

(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
2019年12月12日(12.12.2019)



(10) 国際公開番号

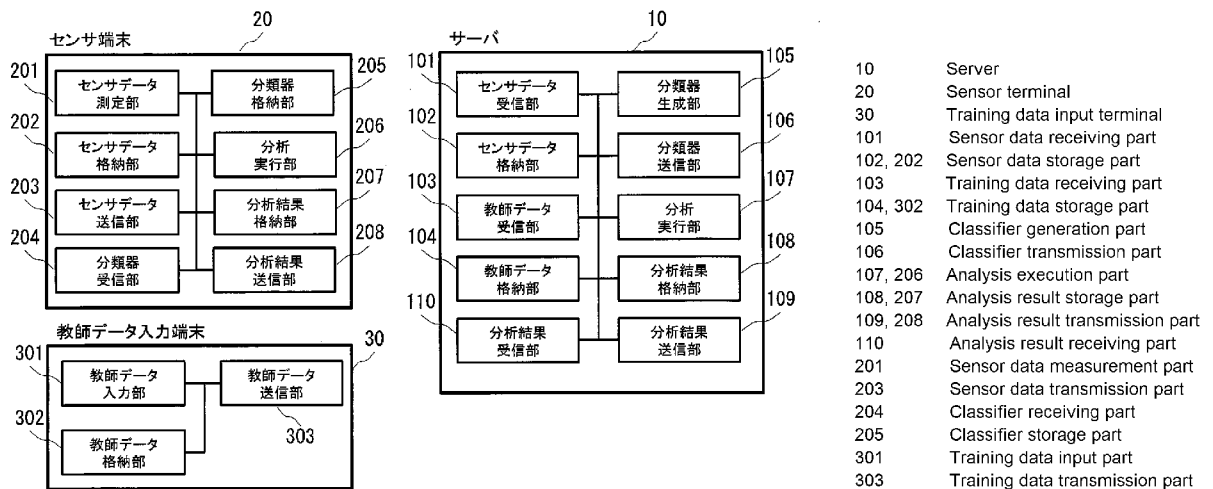
WO 2019/235161 A1

(51) 国際特許分類:
G06F 16/906 (2019.01) G06N 20/00 (2019.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/019491
(22) 国際出願日: 2019年5月16日(16.05.2019)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2018-106704 2018年6月4日(04.06.2018) JP
(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小笠原 隆行(OGASAWARA, Takayuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 税所 修(SAISHO, Osamu); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 佐藤 里江子(SATO, Rieko); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 塚田 信吾(TSUKADA, Shingo); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
(74) 代理人: 山川 茂樹, 外(YAMAKAWA, Shigeki et al.); 〒1006104 東京都千代田区永田町2丁

(54) Title: DATA ANALYSIS SYSTEM AND DATA ANALYSIS METHOD

(54) 発明の名称: データ分析システムおよびデータ分析方法



(57) Abstract: The present invention provides a data analysis system which makes it possible to reduce overload on a network bandwidth due to transmission of sensor data at the time of data analysis, as well as to reduce delays occurring when incorporating data analysis results. This data analysis system comprises: a sensor terminal for measuring sensor data; a training data input terminal for inputting training data; and a server for generating a classifier by carrying out learning using the sensor data and the training data. The sensor terminal comprises: a sensor data transmission part for transmitting the measured sensor data to the server; a classifier receiving part for receiving the classifier generated by the server; an analysis execution part for carrying out an analysis of the sensor data using the classifier; and an analysis result transmission part for transmitting the result of the analysis by the analysis execution part to the server. The training data input terminal comprises a training data transmission part for transmitting the inputted training data to the server. The server comprises: a classifier generation part for generating the classifier by carrying out learning using the sensor data received from the sensor terminal and the training data received from the training data input terminal; an analysis execution part for carrying

目 1 1 番 1 号 山王パークタワー 4 階 山
川国際特許事務所内 Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

out an analysis of the sensor data using the classifier; a classifier transmission part for transmitting the classifier to the sensor terminal; and an analysis result receiving part for receiving the analysis result from the sensor terminal.

(57) 要約：データ分析を行う際のセンサデータの送受信によるネットワークの帯域に対する圧迫とデータ分析結果を反映する際の遅延を低減できるデータ分析システムを提供する。本願発明のデータ分析システムは、センサデータを測定するセンサ端末、教師データを入力する教師データ入力端末、およびセンサデータと教師データを用いて学習を行うことにより分類器を生成するサーバを備えたデータ分析システムであって、センサ端末は、測定したセンサデータをサーバに送信するセンサデータ送信部と、サーバで生成された分類器を受信する分類器受信部と、分類器を用いてセンサデータの分析を行う分析実行部と、分析実行部の分析結果をサーバに送信する分析結果送信部を備え、教師データ入力端末は、入力された教師データをサーバに送信する教師データ送信部を備え、サーバは、センサ端末から受信したセンサデータと教師データ入力端末から受信した教師データを用いて学習を行うことにより分類器を生成する分類器生成部と、分類器を用いてセンサデータの分析を行う分析実行部と、分類器をセンサ端末に送信する分類器送信部と、センサ端末から分析結果を受信する分析結果受信部とを備える。

明 細 書

発明の名称： データ分析システムおよびデータ分析方法

技術分野

[0001] 本願発明は、取得したセンサデータを分析し、分析結果を提示するデータ分析システムおよびデータ分析方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、バイタル情報、車両情報、環境情報等をクラウドに収集して、情報の可視化、分析、対処を統合的に行なうデータ分析システムが提案されている。（例えば、非特許文献1参照）。

[0003] 図12は、従来のデータ分析システムの概要を表す図である。データ分析システムは、バイタル情報、車両情報および環境情報等のセンサデータを測定するセンサ端末と、センサ端末から送信されたセンサデータを集約し、集約したデータを分析アルゴリズムを用いて分析するサーバ、およびデータを分析した分析結果を表示するビューワから構成されている。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：“hitoeによるナチュラル・センシングとその活用に向けた取り組み”、NTT技術ジャーナル 29（7）、13-18、2017-07、電気通信協会

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ここで、センサ端末において測定されたセンサデータを、クラウドのようなサーバにLTE等の無線ネットワークを介して集約する場合、センサデータが長時間にわたって継続的にネットワーク上を行きかうことにより、常に一定量のパケットが流れた状態となるため、ネットワークの帯域を圧迫するという問題がある。また、センサデータの分析がクラウドで行われ、分析結果を取得する場合にもネットワークを経由しなければならないため、最新の

分析結果が反映されるまでに遅延が生じるという問題があった。

[0006] 本願発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、データ分析を行う際のセンサデータの送受信によるネットワークの帯域に対する圧迫とデータ分析結果を反映する際の遅延を低減できるデータ分析システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本願発明のデータ分析システムは、センサデータを測定するセンサ端末、教師データを入力する教師データ入力端末、および前記センサデータと前記教師データを用いて学習を行うことにより分類器を生成するサーバを備えたデータ分析システムであって、前記センサ端末は、測定した前記センサデータを前記サーバに送信するセンサデータ送信部と、前記サーバで生成された前記分類器を受信する分類器受信部と、前記分類器を用いて前記センサデータの分析を行う分析実行部と、前記分析実行部の分析結果を前記サーバに送信する分析結果送信部を備え、前記教師データ入力端末は、入力された教師データを前記サーバに送信する教師データ送信部を備え、前記サーバは、前記センサ端末から受信したセンサデータと前記教師データ入力端末から受信した教師データを用いて学習を行うことにより分類器を生成する分類器生成部と、前記分類器を用いて前記センサデータの分析を行う分析実行部と、前記分類器を前記センサ端末に送信する分類器送信部と、前記センサ端末から前記分析結果を受信する分析結果受信部とを備えることを特徴とする。

[0008] また、本願発明のデータ分析システムは、複数の前記センサ端末と複数の前記教師データ入力端末を備え、前記分類器を生成した後に、一部の前記センサ端末は前記センサデータの送信を継続し、一部の前記教師データ入力端末は前記教師データの送信を継続し、前記分類器生成部は、前記一部の前記センサ端末から受信した前記センサデータと、前記一部の前記教師データ入力端末から受信した前記教師データを用いて再度学習を行うことにより分類器を更新し、前記分類器送信部は、更新された前記分類器を前記一部の前記

センサ端末に送信してもよい。

[0009] また、前記分類器生成部は、複数の分析アルゴリズムを有し、前記センサデータおよび前記教師データの規模および種類、前記分類器の分析性能の少なくともいずれかに応じて、学習を行う分析アルゴリズムを選択してもよい。

[0010] また、前記分類器生成部は、前記センサデータのカテゴリに基づいて前記センサデータを分類し、分類された前記センサデータに応じて学習を行う分析アルゴリズムを選択してもよい。

[0011] また、前記サーバの前記分析実行部は、前記センサデータの分析結果に基づいて、分析性能を向上させるために追加すべき前記センサデータおよび前記教師データの少なくともいずれかを抽出して、前記センサ端末および前記教師データ入力端末の少なくともいずれかに通知し、前記センサ端末および前記教師データ入力端末は、追加すべき前記センサデータおよび前記教師データの少なくともいずれかに相当するデータのみを前記サーバに送信してもよい。

[0012] また、前記分類器生成部の分析アルゴリズムは、前記センサデータまたは前記センサデータから得られる特徴量の幾何学的構造に基づいて分析を行う幾何モデルや、確率に基づいて分析を行う確率モデル、論理判定に基づいて分析を行う論理モデルの少なくともいずれかであってもよい。

[0013] また、前記センサ端末に実装されるセンサは、生体電位センサ、加速度センサ、温度センサ、位置センサの少なくともいずれかであってもよい。

[0014] 上記課題を解決するために、本願発明のデータ分析方法は、センサデータを測定するセンサ端末、教師データを入力する教師データ入力端末、および前記センサデータと前記教師データを用いて学習を行うことにより分類器を生成するサーバを備えたデータ分析システムにおけるデータ分析方法であって、前記センサ端末は、測定した前記センサデータを前記サーバに送信し、前記サーバで生成された前記分類器を受信し、前記分類器を用いて前記センサデータの分析を行い、前記分析の分析結果を前記サーバに送信し、前記教

師データ入力端末は、入力された教師データを前記サーバに送信し、前記サーバは、前記センサ端末から受信したセンサデータと前記教師データ入力端末から受信した教師データを用いて学習を行うことにより分類器を生成し、前記分類器を用いて前記センサデータの分析を行い、前記分類器を前記センサ端末に送信し、前記センサ端末から前記分析結果を受信することを特徴とする。

発明の効果

[0015] 本願発明によれば、データ分析を行う際のセンサデータの送受信によるネットワークの帯域に対する圧迫とデータ分析結果を反映する際の遅延を低減できるデータ分析システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、本願発明の第1の実施形態に係るデータ分析システムの構成例を示す図である。

[図2]図2は、本願発明の第1の実施形態に係るデータ分析システムを構成するセンサ端末、サーバ、および教師データ入力端末の機能ブロックの構成例を示す図である。

[図3]図3は、本願発明の第1の実施形態に係るデータ分析システムにおけるデータ分析方法のシーケンスの一例を示す図である。

[図4A]図4Aは、本願発明の第1の実施形態に係るデータ分析システムのサーバにおける分析処理フローチャートの一例を示す図である。

[図4B]図4Bは、本願発明の第1の実施形態に係るデータ分析システムのセンサ端末における分析処理フローチャートの一例を示す図である。

[図5]図5は、本願発明の第2の実施形態に係るデータ分析システムにおけるデータ分析方法のシーケンスの一例を示す図である。

[図6]図6は、本願発明の第2の実施形態に係るデータ分析システムのサーバにおける分析処理フローチャートの一例を示す図である。

[図7]図7は、本願発明の第3の実施形態に係るデータ分析システムにおけるデータ分析方法のシーケンスの一例を示す図である。

[図8]図8は、本願発明の第3の実施形態に係るデータ分析システムのサーバにおける分析処理フローチャートの一例を示す図である。

[図9]図9は、本願発明の第4の実施形態に係るデータ分析システムの構成例を示す図である。

[図10]図10は、本願発明の第4の実施形態に係るデータ分析システムを構成するカテゴリー信号入力端末およびサーバの機能ブロックの構成例を示す図である。

[図11]図11は、本願発明の第4の実施形態に係るデータ分析システムにおけるデータ分析方法のシーケンスの一例を示す図である。

[図12]図12は、従来のデータ分析システムの構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本願発明の実施の形態について図面を用いて説明する。但し、本願発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、以下に説明する本願発明の実施の形態に限定して解釈すべきではない。

[0018] <第1の実施の形態>

<データ分析システムの構成>

図1は、本願発明の第1の実施形態に係るデータ分析システムの構成例を示す図である。本実施の形態におけるデータ分析システム1は、センサデータを測定し、双方向の通信が可能なセンサ端末20、センサデータ、および教師データを用いて学習を行うサーバ10、教師データを送信する教師データ入力端末30、および分析結果を表示するビューワ40により構成される。

[0019] これらの装置は、一般的なネットワーク規格であるLTE（登録商標）、3G、LAN、Wi-Fi（登録商標）等を利用してネットワーク60を介して通信を行い、分析結果は、PC、スマートフォン、タブレット等の一般的なビューワを用いて表示される。

[0020] 従来の技術では、センサデータと教師データを用いてセンサデータの特徴を学習する機能、すなわち学習器と、学習によって得られた分析アルゴリズム

ムによって分析を行う機能、すなわち分類器がともに一つの分析アルゴリズムとして、サーバに配置されており、データの学習と分析がサーバにおいて行われていた。

[0021] ここで、学習器では、逐次最適化などの反復演算を行うことが多いため、ハードウェアには高い計算能力が要求される。一方、分類器は軽微な演算で動作することが多い。そこで、本願発明のデータ分析システム１では、学習によって得られたサーバ上の分類器をセンサ端末２０に複製することにより、センサ端末２０においてセンサデータの分析を行うように構成している。

[0022] センサ端末２０から送信されたセンサデータをサーバ１０において集約し、サーバ１０において学習器による学習が行われ、分類器が生成される点は従来の技術と同様である。しかし、本願発明では、サーバ１０において学習器による学習が実行され分類器が生成されると、サーバ１０は、生成した分類器をセンサ端末２０に送信し、センサ端末２０内に同じ分類器を複製することにより、センサデータをサーバ１０に転送することなく、センサ端末２０においてセンサデータの分析を行う。センサ端末２０は、分類器の受信後においては、センサ端末２０内で分類器によるセンサデータの分析を行うことができ、分析結果のみをサーバ１０に送信することができる。

[0023] 一般にセンサデータの大半は、利用目的が定められていない余剰データ、いわゆる排気データであるため、センサデータの送信がネットワーク６０の帯域を圧迫することになる。一方、分類器によるセンサデータの分析結果のデータ量はセンサデータのデータ量と比較して非常に少量であるため、センサ端末２０内で分析を行うことでネットワーク６０の帯域に対する圧迫を低減することができる。

[0024] また、センサ端末２０内で分析が完了するため、センサ端末２０は、Bluetooth（登録商標）通信などを用いて、サーバ１０やネットワーク６０を介さずにビューフ４０に直接分析結果を送信することができるので、分析結果を表示する際の遅延を低減することができる。

[0025] ここで、サーバ１０の学習器、分類器における分析アルゴリズムは、セン

サデータもしくはセンサデータから得られる特徴量に対して、直線、空間、平面といった幾何学的構造に基づいて分類を行う幾何モデルであってもよい。幾何モデルの代表例としてはサポートベクトルマシンがある。

[0026] サポートベクトルマシンでは、サーバ10における学習器における学習とは、パラメータチューニングしたうえでサポートベクトルを求めて識別関数を得ることであり、分類器で行う分析とは、得られた識別関数を用いて、未知のデータもしくはその特徴量に対して分類を行うことである。また、サーバ10の分類器を送信するというのは、識別関数とチューニングされたパラメータを送信することであり、分類器をセンサ端末20内に複製するというのは、識別関数とチューニングされたパラメータを用いて学習済の識別関数を複製することである。

[0027] また、サーバ10の学習器、分類器における分析アルゴリズムとしては、幾何モデルのみならず、他のモデルを用いることもできる。ニューラルネットワーク、ベイズ分類器に代表される確率に基づいて分析を行う確率モデルや、決定木などを用いてセンサデータやその特徴量の値がある条件を満たすかどうかの論理判定に基づいて分析を行う論理モデルを用いてもよい。

[0028] なお、特徴量は必ずしも用いる必要はないが、用いる場合にはあらかじめ設計者が特徴量を指定し、学習器による学習を行う前に演算を施す工程を設けてもよい。特徴量の演算は、学習および分類の両方に共通する前段の処理であり、学習器、分類器の一部とみなすことができる。自動で特徴量を生成する分析アルゴリズムであるディープニューラルネットワークはその一例である。

[0029] 上述した分析アルゴリズムのモデルでは、基本的な演算として、学習器ではパラメータチューニングと識別関数の決定を行い、分類器では未知のセンサデータに対する分析を行う点では共通する。初回の学習が実施される以前においても分析が実施できるように、初期状態として予め事前学習された分類器をセンサ端末20、サーバ10にプレ・インストールしておいてもよい。

[0030] <センサ端末、サーバおよび教師データ入力端末の機能ブロック>

図2は、本願発明の第1の実施形態に係るデータ分析システムを構成するセンサ端末、サーバおよび教師データ入力端末の機能ブロックの構成例を示す図である。

[0031] センサ端末20は、センサデータを測定するセンサデータ測定部201と、測定したセンサデータを一定期間格納するセンサデータ格納部202と、測定したセンサデータをサーバに送信するセンサデータ送信部203と、サーバが生成した分類器を受信する分類器受信部204と、受信した分類器を格納する分類器格納部205と、受信した分類器によりセンサデータの分析を行う分析実行部206と、分析結果を一定期間格納する分析結果格納部207と、分析結果をサーバやビューワに送信する分析結果送信部208を備える。

[0032] センサデータ測定部201には、測定するセンサデータに応じて、生体電位センサ、加速度センサ、温度センサ、位置センサ等の各種センサが実装される。分類器格納部205では、既存の分類器がある場合は、受信した分類器を既存の分類器と差し替えることにより分類器を更新する。

[0033] サーバ10は、センサ端末20からセンサデータを受信するセンサデータ受信部101と、センサデータを格納するセンサデータ格納部102と、学習に用いる教師データを受信する教師データ受信部103と、教師データを格納する教師データ格納部104と、センサデータならびに教師データを用いて学習を行うことにより分類器を生成する分類器生成部105と、生成された分類器をセンサ端末に送信する分類器送信部106と、分類器によりセンサデータの分析を行う分析実行部107と、分析結果を一定期間格納する分析結果格納部108と、格納された分析結果をビューワに送信する分析結果送信部109と、センサ端末20で分析が行われた場合にその分析結果を受信する分析結果受信部110を備える。

[0034] 教師データ入力端末30は、利用者が教師データを入力する教師データ入力部301と、入力された教師データを格納する教師データ格納部302と

、格納された教師データを送信する教師データ送信部 303 を備える。

[0035] なお、サーバ 10 は、記憶部、I/F 部および中央処理部を備えたコンピュータによって構成してもよく、中央処理部における処理をプログラムによって実施するように構成してもよい。その場合には、記憶部が、センサデータ格納部、教師データ格納部分析結果格納部として機能し、中央処理部が学習器、分類器として機能する。中央処理部には、予め分析アルゴリズムのプログラムを搭載しておいてもよく、あるいはプログラムを記憶部に記憶しておき、中央処理部にダウンロードするように構成してもよい。

[0036] <データ分析方法のシーケンス>

図 3 は、本願発明の第 1 の実施形態に係るデータ分析システムにおけるデータ分析方法のシーケンスの一例を示す図である。

[0037] センサ端末は、実装された各種センサにより所定のセンサデータを測定してセンサ端末において格納するとともに、測定したセンサデータをサーバに送信する。一方、教師データ入力端末では、入力された教師データを格納するとともに、サーバに送信する。

[0038] サーバでは、センサ端末から送信されたセンサデータと教師データ入力端末から送信された教師データを用いて学習を実行することにより分類器を生成し、生成した分類器をセンサ端末に送信する。

[0039] センサ端末では、サーバから送信された分類器を用いてセンサデータの分析を行い、得られた分析結果をサーバに送信する。サーバでは、センサ端末から送信された分析結果を格納する。センサ端末では、必要に応じて、得られた分析結果をビューワに直接送信することにより表示することもできる。

[0040] <分析処理フローチャート>

図 4 A、図 4 B は、本願発明の第 1 の実施形態に係るデータ分析システムのサーバおよびセンサ端末における分析処理フローチャートの一例を示す図である。図 4 A は、サーバにおける分析処理フローチャート、図 4 B は、センサ端末における分析処理フローチャートである。

[0041] サーバでは、センサ端末から受信したセンサデータと教師データ入力端末

から受信した教師データを格納し（S 1 - 1 ~ S 1 - 4）、センサデータと教師データを用いて学習を実行することにより分類器を生成し、生成した分類器をセンサ端末に送信する（S 1 - 5 ~ S 1 - 7）。

[0042] センサ端末においてセンサデータの分析が行われた場合には、サーバは、センサデータの分析結果を受信し格納する（S 1 - 8 ~ S 1 - 9）。

[0043] 一方、センサ端末は、所定のセンサデータを測定、格納し、測定したセンサデータをサーバに送信する（S 2 - 1 ~ S 2 - 3）。

[0044] センサ端末は、サーバから分類器を受信した場合には、受信した分類器を用いてセンサデータの分析を行い、得られた分析結果を格納するとともにサーバやビューワに送信する（S 2 - 4 ~ S 2 - 8）。

[0045] このように、本実施の形態によれば、学習器、分類器のうち演算量が少ない分類器をセンサ端末に送信し複製することで、一定量のデータ送信後には、全センサ端末が全データをサーバに送ることなく、センサ端末内でセンサデータの分析やビューワでの表示を行うことができるので、センサデータによるネットワークの帯域に対する圧迫の低減と分析結果を反映する際の遅延の低減の両方を実現することができる。

[0046] <第2の実施の形態>

図5、6を用いて、本願発明の第2の実施の形態について説明する。図5は、本願発明の第2の実施形態に係るデータ分析システムにおけるデータ分析方法のシーケンスの一例を示す図であり、図6は、本願発明の第2の実施形態に係るデータ分析システムのサーバにおける分析処理フローチャートの一例を示す図である。図5、6では、図3、4と比較して、分類器を更新する処理を行うことが特徴である。

[0047] 第2の実施の形態では、最初分類器を生成した後も、複数のセンサ端末20のうちの一部のセンサ端末20は、センサデータの送信を停止せず、また複数の教師データ入力端末30のうちの一部の教師データ入力端末30も教師データをサーバ10に引き続き送信する。これらの送信されたセンサデータと教師データはサーバ10において継続的に蓄積され、これらが一定量

蓄積されたのち、サーバ10は再度学習を実施することにより分類器を更新する。更新された分類器は、ネットワーク60を経由してセンサデータを送信したセンサ端末20に送信され、センサ端末20内の分類器は更新される。

[0048] なお、一部のセンサ端末20と一部の教師データ入力端末30の両方がデータの送信を継続してもよいし、いずれか一方がセンサデータや教師データの送信を継続し、分類器を更新するように構成してもよい。

[0049] このように、本実施の形態によれば、最初のカテゴリ器を生成した後においても、センサデータや教師データの一部のデータを送信し続けることにより、蓄積されたセンサデータのデータ規模の拡大後に再度学習を行うことが可能となり、分類器の信頼性を継続的に向上させることができ、ネットワークの帯域に対する圧迫の低減と分類器の信頼性の向上を両立することができる。

[0050] <第3の実施の形態>

図7、8を用いて、本願発明の第3の実施の形態について説明する。図7は、本願発明の第3の実施形態に係るデータ分析システムにおけるデータ分析方法のシーケンスの一例を示す図であり、図8は、本願発明の第3の実施形態に係るデータ分析システムのサーバにおける分析処理フローチャートの一例を示す図である。第3の実施の形態におけるデータ分析システムは、複数の分析アルゴリズム、すなわち複数の学習器と分類器を備え、サーバに蓄積されたデータの規模や種類、分類器の分析性能に応じて、複数の分析アルゴリズムの中から分析アルゴリズムを選択する。図7、8では、図3、4と比較して、アルゴリズムを選択する処理を行うことが特徴である。

[0051] データ分析システムにおいて学習を行う分析アルゴリズムは、センサデータや教師データの規模や種類によって信頼性が異なる。例えば、ディープニューラルネットワークでは、人間が発見できない疾病を発見することができ、将棋で圧倒的な強さを発揮することができること等が知られており、センサデータを分析する場合においても高い分析性能が期待されるが、学習には数千から数万を超えるデータと教師データのセットが必要である。一方で、

サポートベクトルマシンでは、比較的少量のデータセットで高い分析性能を得ることができる。

[0052] 第3の実施の形態では、センサデータの規模や種類に応じて、適切な学習を行う分析アルゴリズムを選択する。例えば、データセットが数十から数百の規模であればサポートベクトルマシンにより分類器を生成し、データセットが数千を超えた場合には、ディープニューラルネットワークによる分類器に更新するというように、データセットの規模に応じて分析アルゴリズムの選択をすることで、最適な分析性能を有する分類器を提供することができる。特徴量の少ないセンサデータを分析する場合等には、サポートベクトルマシンにより分類器を生成する等、センサデータの種類に応じて分析アルゴリズムを選択することもできる。

[0053] また、サポートベクトルマシンとディープニューラルネットワークをはじめとした複数の分析アルゴリズムの学習をサーバで並列計算させ、教師データに対する一致が最も高い分析アルゴリズムを選択する等、分析性能に応じて分析アルゴリズムを選択するようにしてもよい。

[0054] このように、本実施の形態ではセンサデータや教師データの規模や種類等に応じて分析アルゴリズムを選択するようにしたので、センサデータの規模や種類等に応じて適切な分析アルゴリズムを選択することが可能となり、さらに異なるセンサデータを測定するセンサ端末毎に適切な分析アルゴリズムを選択することが可能となる。

[0055] <第4の実施の形態>

図9は、本願発明の第4の実施形態に係るデータ分析システムの構成例を示す図である。第4の実施の形態におけるデータ分析システムでは、センサデータのカテゴリ等に応じてセンサデータと教師データのデータセットを分類して学習を行う。図9の構成例では、カテゴリ信号は、ネットワーク60に接続されたカテゴリ信号入力端末50から入力される。

[0056] 大規模なセンサデータを分析した場合、センサデータの母集団全体に対して信頼性を確保することが重要となる。この場合、典型から外れた利用者

対しては信頼性が得られない場合が多い。例えば、生体電位センサのセンサデータから得られる心電図から心拍数を分析する分析アルゴリズムにおいて、大半の利用者が健常人である場合、不整脈を持つ少数利用者の分析の信頼性は低くなる。利用者の行動様態を分析する場合であれば、加速度センサのデータもしくはその特徴量から得られる健常人の歩容と、半身麻痺の患者の歩容についても同様のことが言える。さらに、位置センサや温度センサ、制御センサのデータから得られる自動車の操作や軌跡、異常検出の分析であれば、データの大半である普通車に対して信頼性が確保される結果となり、データの少ない大型バスに関する分析結果の信頼性は疑わしいものになる。

[0057] そこで、本実施の形態では、持病の有無や自動車の車種といったセンサデータの 카테고리信号を入力し、入力された 카테고리信号に応じてセンサデータと教師データのデータセットを分類して学習を行う。これにより、全データを一律にひとつの分析アルゴリズムで分析を行うのではなく、母集団共通で学習できるものは全データを一つのアルゴリズムで分析を行い、それができない場合には、 카테고리ごとにデータを異なる母集団に分類し、異なる母集団として分析を行うことができるので、信頼性の高い分析を行うことができる。また、 카테고리ごとに分類した結果、母集団のデータ規模が少なくなる場合は、そのデータ規模に応じた分析アルゴリズムを選択することもできる。

[0058] また、 카테고리信号を入力する 카테고리信号入力端末50では、利用者が、母集団の一部のデータとして同じ属性で分析されるか、別の 카테고리として個別の属性として分析されるかといったデータの属性に関わる利用者の要望を 카테고리信号として入力させることもできる。

[0059] 図10は、本願発明の第4の実施形態に係るデータ分析システムを構成する 카테고리信号入力端末およびサーバの機能ブロックの構成例を示す図である。センサ端末20、教師データ入力端末30の構成は、第1の実施の形態と同様である。サーバ10は、第1の実施の形態の構成に加え、 카테고리信号を受信する 카테고리信号受信部111と、 카테고리信号を格納す

るカテゴリー信号格納部 112、学習をする際にカテゴリーに基づいてセンサデータと教師データのセットを分類するカテゴリー分類部 113とを備える。

[0060] カテゴリー信号入力端末 50は、利用者がカテゴリー信号を入力するカテゴリー信号入力部 501と、入力されたカテゴリー信号を格納するカテゴリー信号格納部 502と、格納されたカテゴリー信号を送信するカテゴリー信号送信部 503を備える。

[0061] 図 11は、本願発明の第4の実施形態に係るデータ分析システムにおけるデータ分析方法のシーケンスの一例を示す図である。第3の実施の形態では、センサデータや教師データの規模等に応じて、分析アルゴリズムの選択を行ったが、本実施の形態では、センサデータのカテゴリーに応じて分析アルゴリズムを選択する。なお、第3の実施の形態におけるセンサデータや教師データの規模等に応じた分析アルゴリズムの選択と、センサデータのカテゴリーに応じた分析アルゴリズムの選択を組み合わせてもよい。

[0062] このように、本実施の形態によれば、センサデータのカテゴリーに応じて分析アルゴリズムを選択するように構成したので、センサデータのカテゴリーに応じて適切な分析アルゴリズムを選択し、信頼性の高い分析を行うことが可能となる。

[0063] <第5の実施の形態>

第5の実施の形態におけるデータ分析システムでは、教師あり学習による分析だけでなく、教師なし学習や半教師あり学習および協調学習による分析の使い分けを行う。

[0064] 分析アルゴリズムには、教師データを必要とする教師あり学習と、教師データを必要としない教師なし学習が存在する。さらに、教師あり学習にも、一部のデータにしか教師データが対応しない、または、あるデータ群の中に正解データが少なくともひとつあるかないかのみがわかるといった不確定的な教師データしか得られない半教師あり学習がある。本実施の形態では、教師データの入力状態に応じて、教師あり学習、半教師あり学習、教師なし学

習および協調学習による分析を使い分ける。

[0065] 例えば、利用者がカテゴリーとして個別の属性として分析されることを選択したが、利用者が全く教師データを送信しない場合、教師あり学習は行うことができない。このような場合は、教師なし学習や、他カテゴリーのデータの学習結果を用いる協調学習による分類器の生成・更新が行われる。また、当初は教師データが送信されていたが、ある時点から教師データが送信されなくなったという場合も想定され、この場合には半教師あり学習を用いればよい。

[0066] 例えば、教師あり学習、半教師あり学習、教師なし学習の使い分けは、全データの8割以上に教師データが紐付く場合、残りの2割のデータは学習に用いない教師あり学習を行い、8割以下2割以上の場合、半教師あり学習を用いる。さらに、教師データが紐づくデータが全データの2割以下の場合、教師なし学習を用いる。

[0067] このように、本実施の形態によれば、教師あり学習による分析だけでなく、教師なし学習や半教師あり学習および協調学習による分析の使い分けを行うことにより、潤沢な教師データが得られない場合でも、学習による分類器の更新と信頼性向上を継続することができる。

[0068] <第6の実施の形態>

第6の形態に記載のデータ分析システムでは、能動学習等に基づいたデータ収集を行うことで予め教師データが必要なデータ、あるいは必要な教師データのクラスを抽出して、センサ端末や教師データ入力端末に通知しておき、センサ端末は、通知されたセンサデータが得られた場合にのみセンサデータを送信し、教師データ入力端末は必要な教師データに相当するデータが得られた場合のみデータをサーバに送信する。

[0069] 上述した第2の実施の形態では、一部のセンサ端末や一部の教師データ入力端末がデータを継続的に送信することにより分類器の更新を行う。ここで、実際のデータ分析においては各データの出現頻度が大きく異なるため、多くの頻出データが分析性能の向上に寄与しないデータとなってしまう場合が

ある。そこで、本実施の形態では、サーバにおいて、能動学習、能動クラス選択やベイズ最適化に基づいたデータ収集を行うことで、学習を行う際の教師データが、分析性能を向上させるために必要とするセンサデータ、あるいは必要な教師データのクラスを抽出して、予めセンサ端末や教師データ入力端末に通知しておき、センサ端末、教師データ入力端末は、指定されたセンサデータや必要な教師データに相当するデータが得られた場合のみサーバにデータを送信する。

[0070] 本実施の形態では、サーバに送信するデータを分析性能を向上させるためのデータのみに限定できるため、ネットワークの帯域に対する圧迫の低減と分析アルゴリズムの追加学習コストの軽減が可能となる。また、事後的に教師データを付与する場合であれば、教師データ付与に伴うコストを軽減することも可能となる。

[0071] さらに、専門家に質問しながら分類器を学習させる機械学習のフレームワークのひとつである能動学習を使うようにすれば、送信し続けるデータを分析アルゴリズムの性能向上に有効なものだけに絞り、ネットワークのトラフィック改善と分析アルゴリズムの信頼性向上のトレードオフの解消をより効果的に実現することができる。

符号の説明

[0072] 1…データ分析システム、10…サーバ、20…センサ端末、30…教師データ入力端末、40…ビューフ、50…カテゴリー信号入力端末、60…ネットワーク。

請求の範囲

- [請求項1] センサデータを測定するセンサ端末、教師データを入力する教師データ入力端末、および前記センサデータと前記教師データを用いて学習を行うことにより分類器を生成するサーバを備えたデータ分析システムであって、
- 前記センサ端末は、
- 測定した前記センサデータを前記サーバに送信するセンサデータ送信部と、
- 前記サーバで生成された前記分類器を受信する分類器受信部と、
- 前記分類器を用いて前記センサデータの分析を行う分析実行部と、
- 、
- 前記分析実行部の分析結果を前記サーバに送信する分析結果送信部を備え、
- 前記教師データ入力端末は、
- 入力された教師データを前記サーバに送信する教師データ送信部を備え、
- 前記サーバは、
- 前記センサ端末から受信したセンサデータと前記教師データ入力端末から受信した教師データを用いて学習を行うことにより分類器を生成する分類器生成部と、
- 前記分類器を用いて前記センサデータの分析を行う分析実行部と、
- 、
- 前記分類器を前記センサ端末に送信する分類器送信部と、
- 前記センサ端末から前記分析結果を受信する分析結果受信部とを備える
- ことを特徴とするデータ分析システム。
- [請求項2] 前記データ分析システムは、複数の前記センサ端末と複数の前記教師データ入力端末の少なくともいずれかを備え、

前記分類器を生成した後に、一部の前記センサ端末および一部の前記教師データ入力端末は、前記センサデータあるいは前記教師データの送信を継続し、

前記分類器生成部は、前記一部の前記センサ端末から受信した前記センサデータと、前記一部の前記教師データ入力端末から受信した前記教師データの少なくともいずれかを用いて再度学習を行うことにより分類器を更新し、

前記分類器送信部は、更新された前記分類器を、少なくとも前記一部の前記センサ端末に送信する

ことを特徴とする請求項 1 記載のデータ分析システム。

[請求項3] 前記分類器生成部は、複数の分析アルゴリズムを有し、前記センサデータおよび前記教師データの規模および種類、前記分類器の分析性能の少なくともいずれかに応じて、学習を行う分析アルゴリズムを選択する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のデータ分析システム。

[請求項4] 前記分類器生成部は、前記センサデータの 카테고리に基づいて前記センサデータを分類し、分類された前記センサデータに応じて学習を行う分析アルゴリズムを選択する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のデータ分析システム。

[請求項5] 前記サーバの前記分析実行部は、前記センサデータの分析結果に基づいて、分析性能を向上させるために追加すべき前記センサデータおよび前記教師データの少なくともいずれかを抽出して、前記センサ端末および前記教師データ入力端末の少なくともいずれかに通知し、

前記センサ端末および前記教師データ入力端末は、追加すべき前記センサデータおよび前記教師データの少なくともいずれかに相当するデータのみを前記サーバに送信する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のデータ分

析システム。

[請求項6]

前記分類器生成部の分析アルゴリズムは、

前記センサデータまたは前記センサデータから得られる特徴量の幾何学的構造に基づいて分析を行う幾何モデルや、確率に基づいて分析を行う確率モデル、論理判定に基づいて分析を行う論理モデルの少なくともいずれかである

ことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のデータ分析システム。

[請求項7]

前記センサ端末に実装されるセンサは、生体電位センサ、加速度センサ、温度センサ、位置センサの少なくともいずれかである

ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載のデータ分析システム。

[請求項8]

センサデータを測定するセンサ端末、教師データを入力する教師データ入力端末、および前記センサデータと前記教師データを用いて学習を行うことにより分類器を生成するサーバを備えたデータ分析システムにおけるデータ分析方法であって、

前記センサ端末は、

測定した前記センサデータを前記サーバに送信し、

前記サーバで生成された前記分類器を受信し、

前記分類器を用いて前記センサデータの分析を行い、

前記分析の分析結果を前記サーバに送信し、

前記教師データ入力端末は、

入力された教師データを前記サーバに送信し、

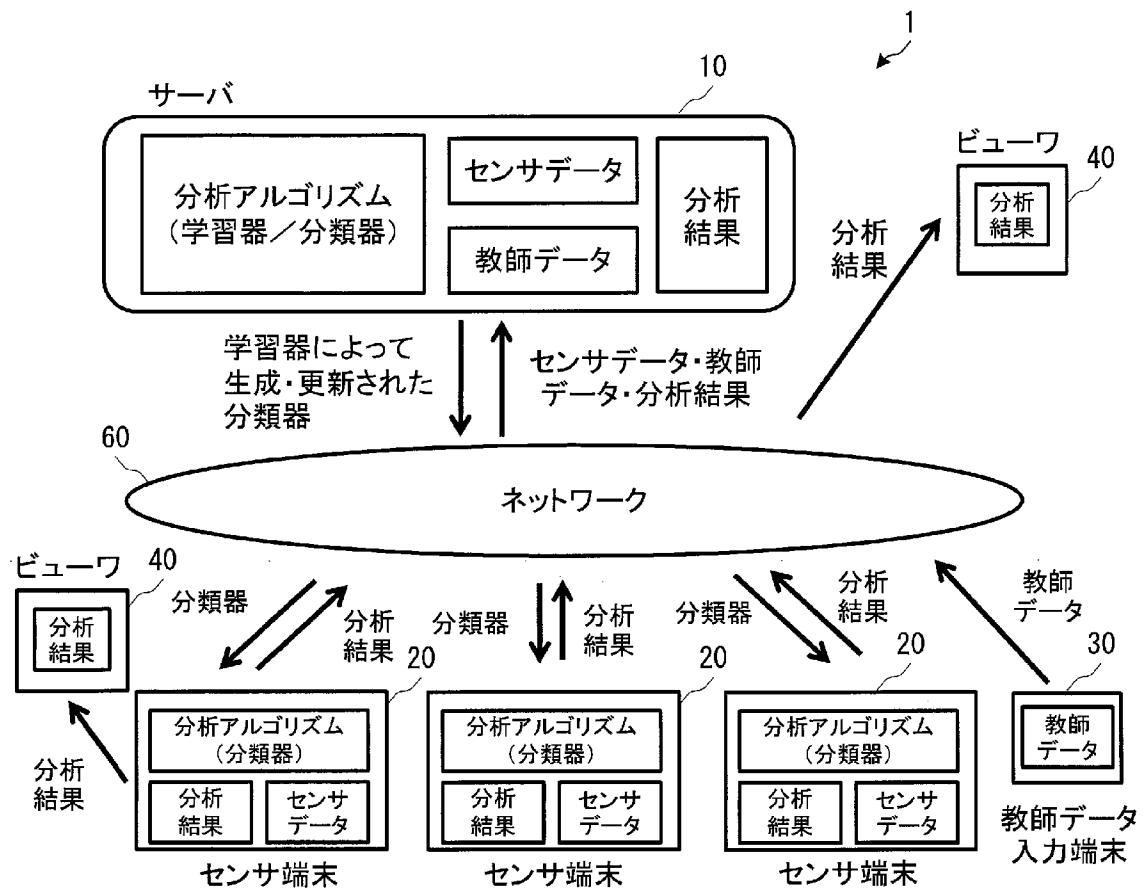
前記サーバは、

前記センサ端末から受信したセンサデータと前記教師データ入力端末から受信した教師データを用いて学習を行うことにより分類器を生成し、

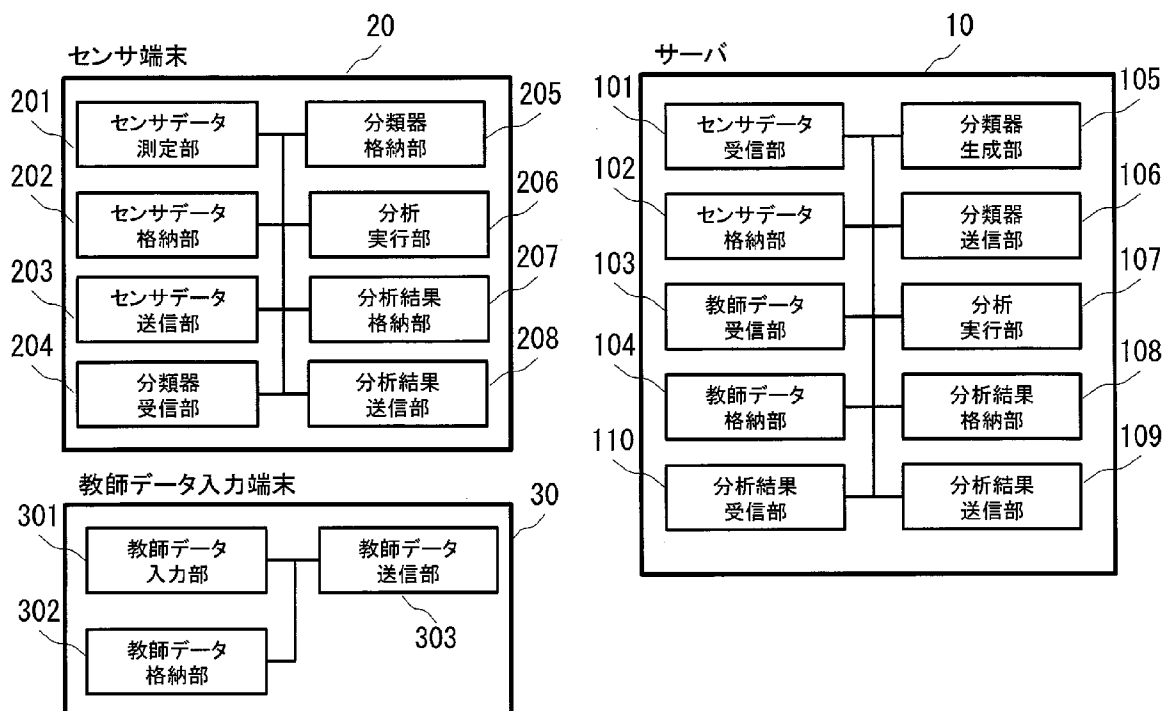
前記分類器を用いて前記センサデータの分析を行い、

前記分類器を前記センサ端末に送信し、
前記センサ端末から前記分析結果を受信する、
ことを特徴とするデータ分析方法。

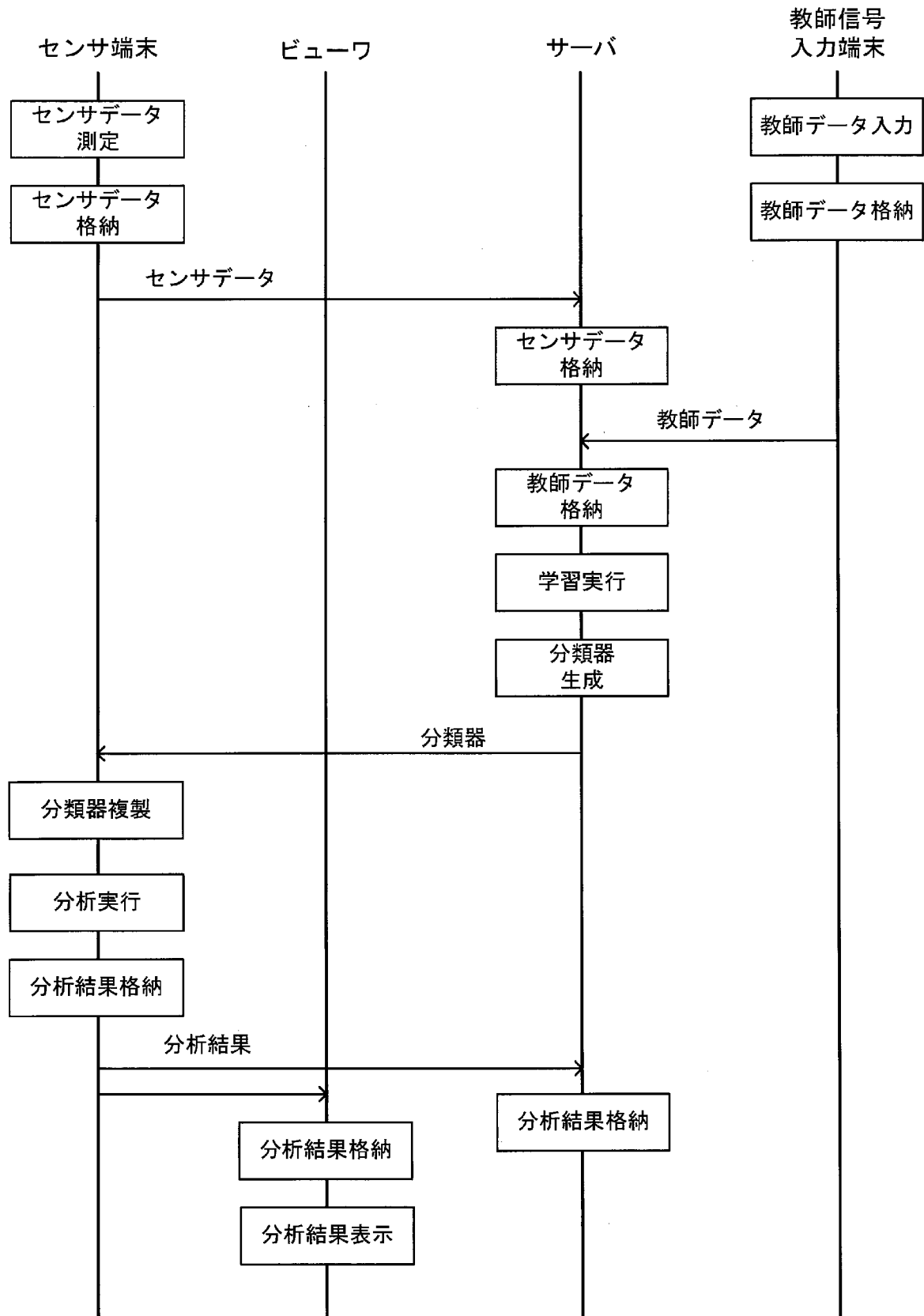
[図1]



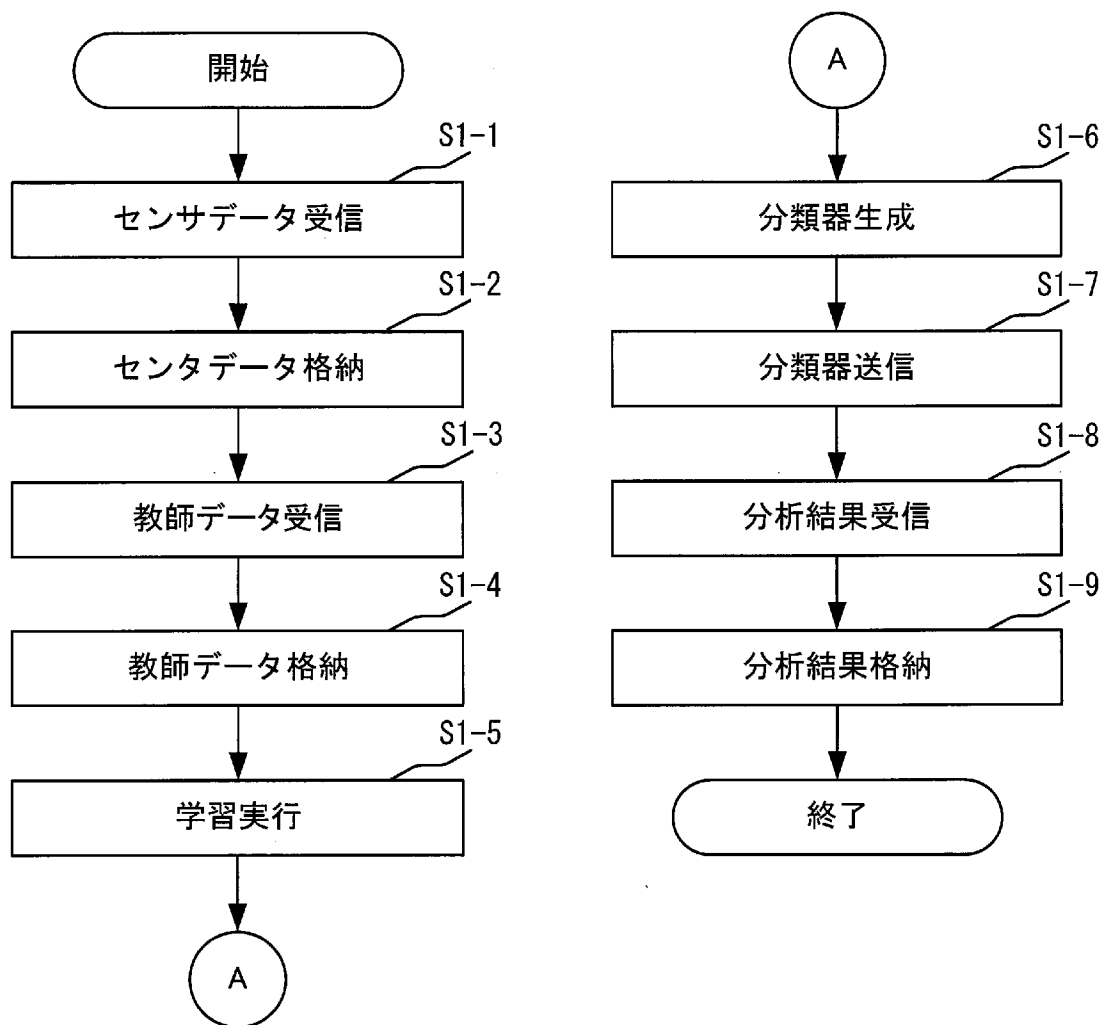
[図2]



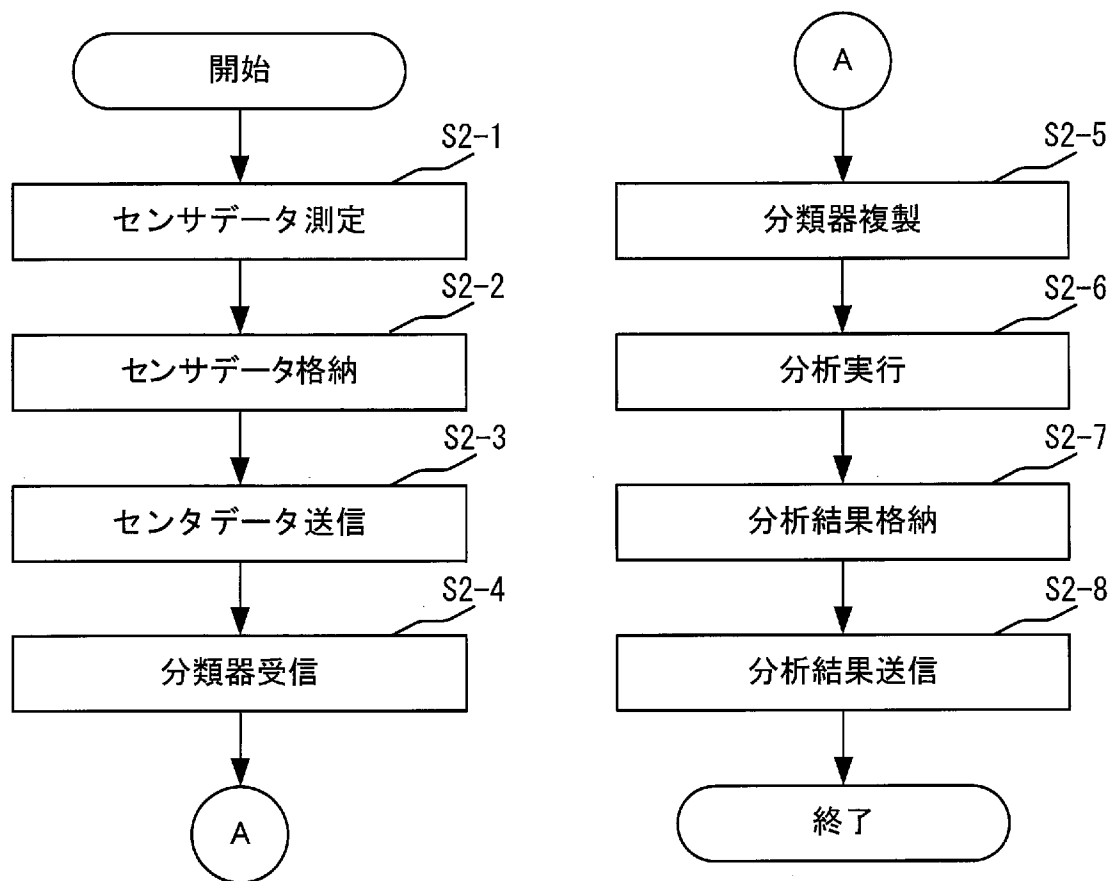
[図3]



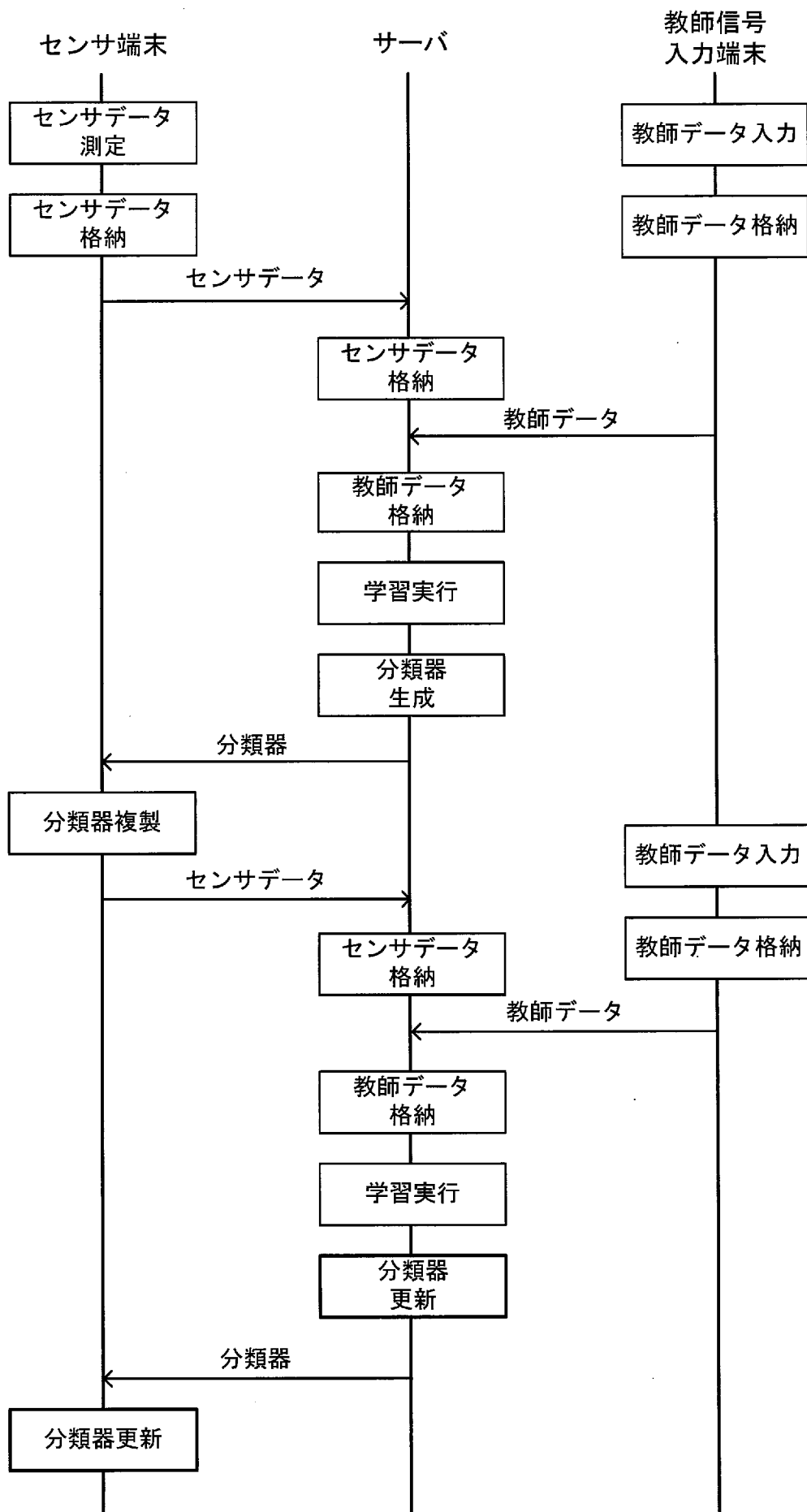
[図4A]



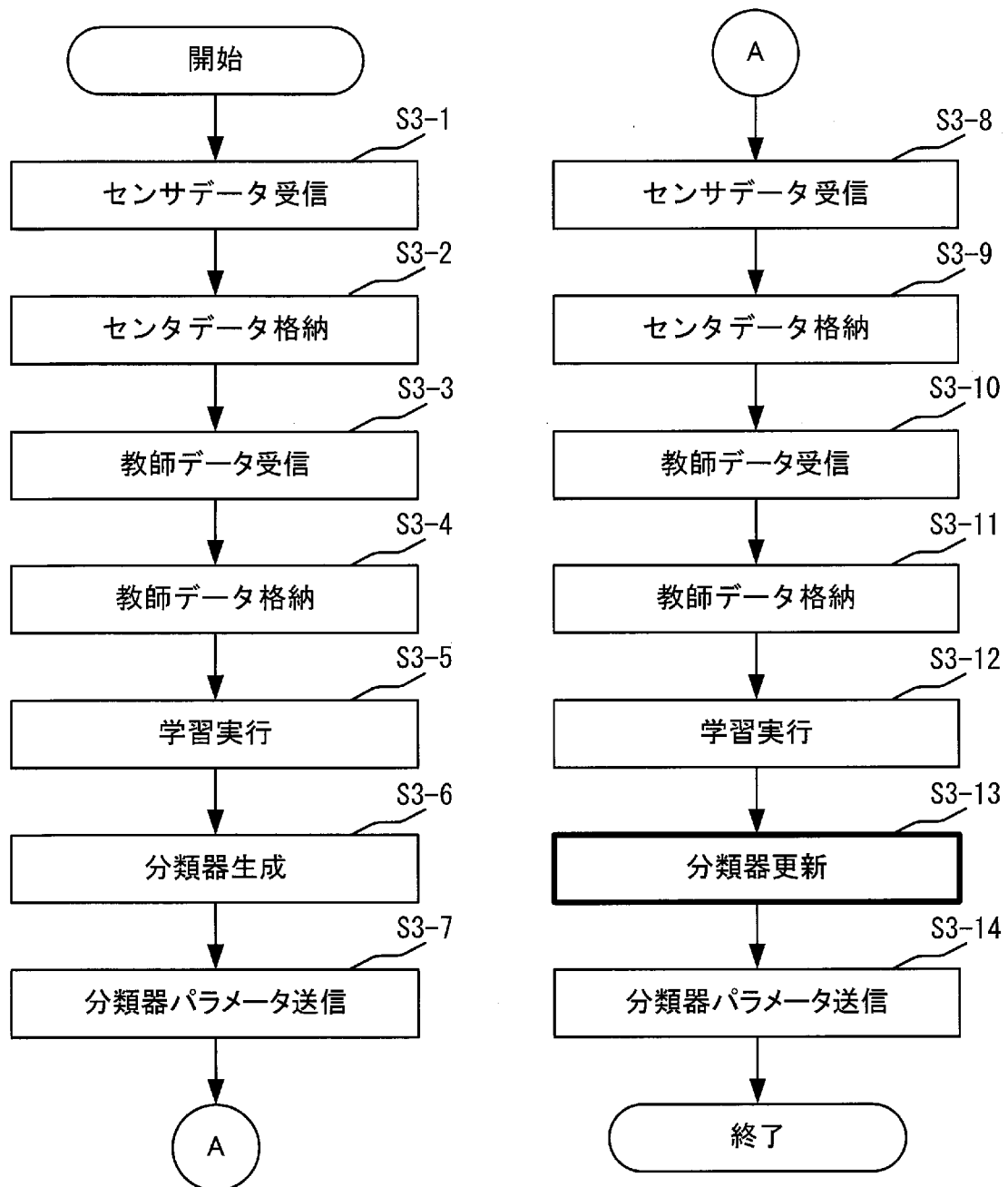
[図4B]



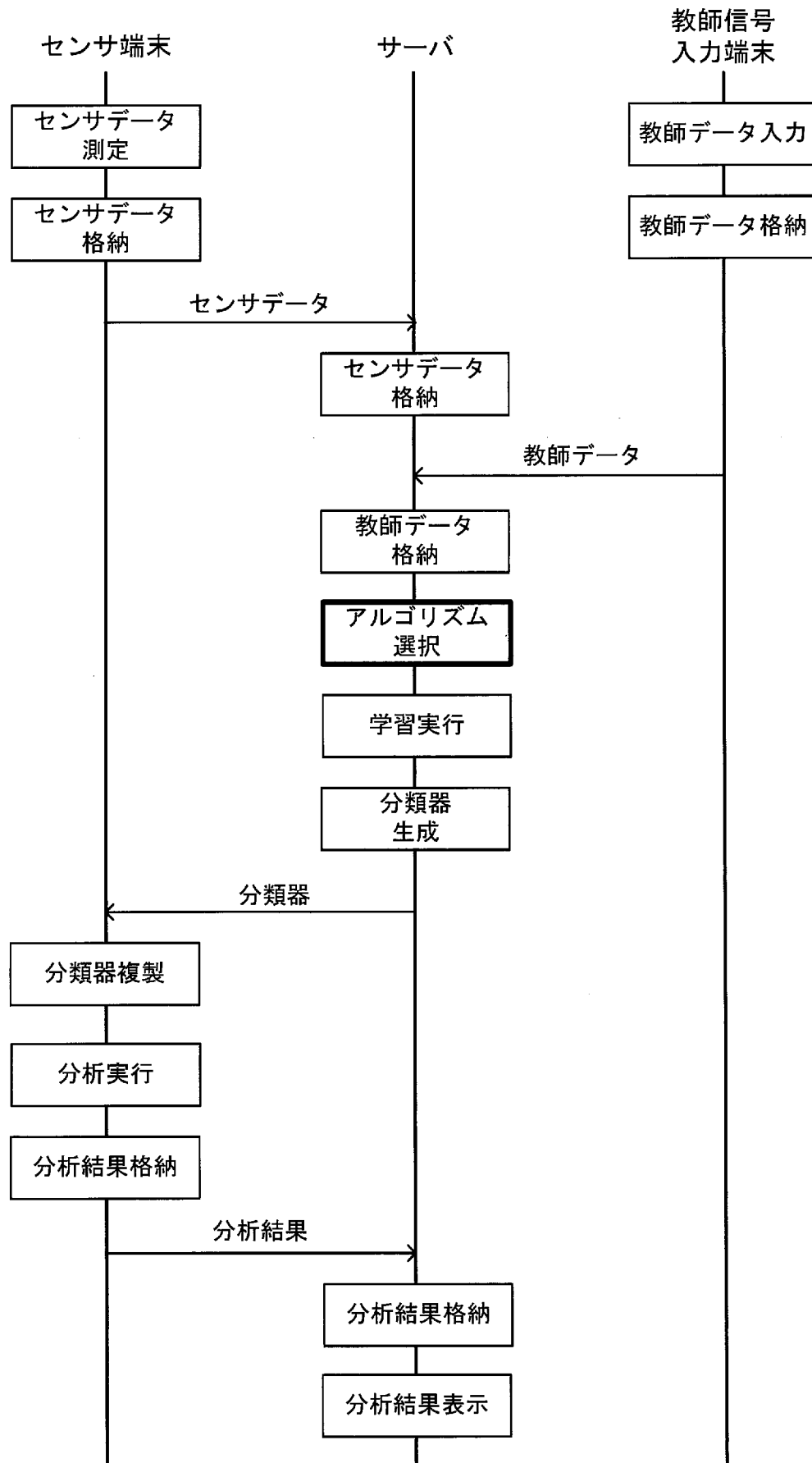
[図5]



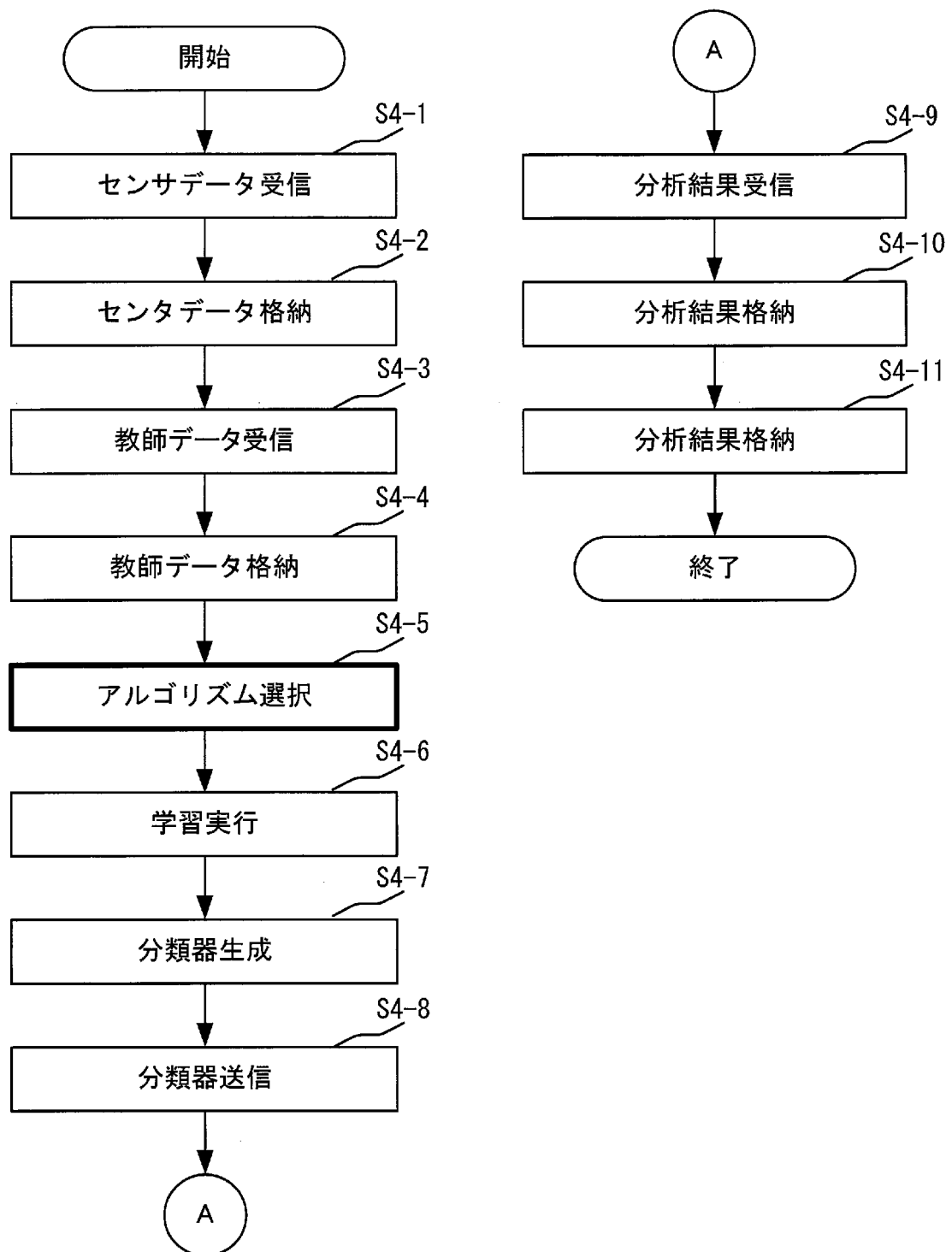
[図6]



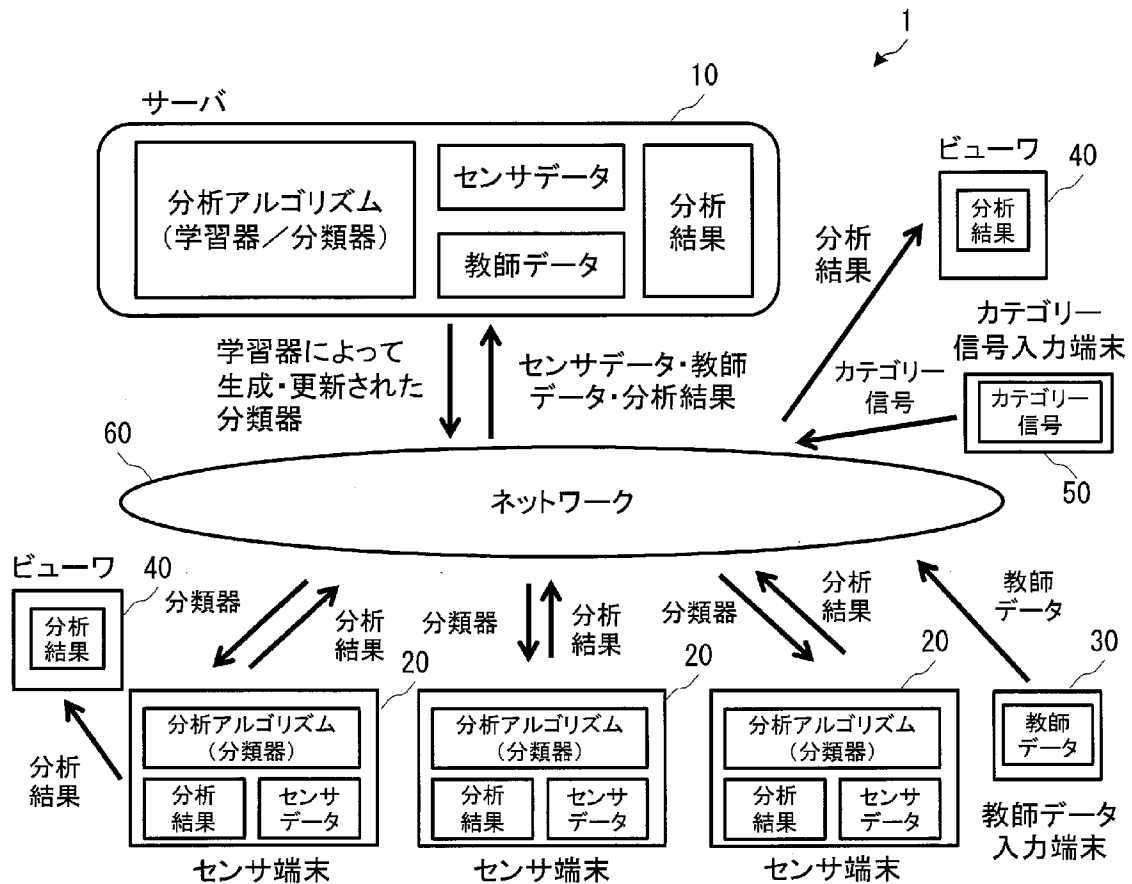
[図7]



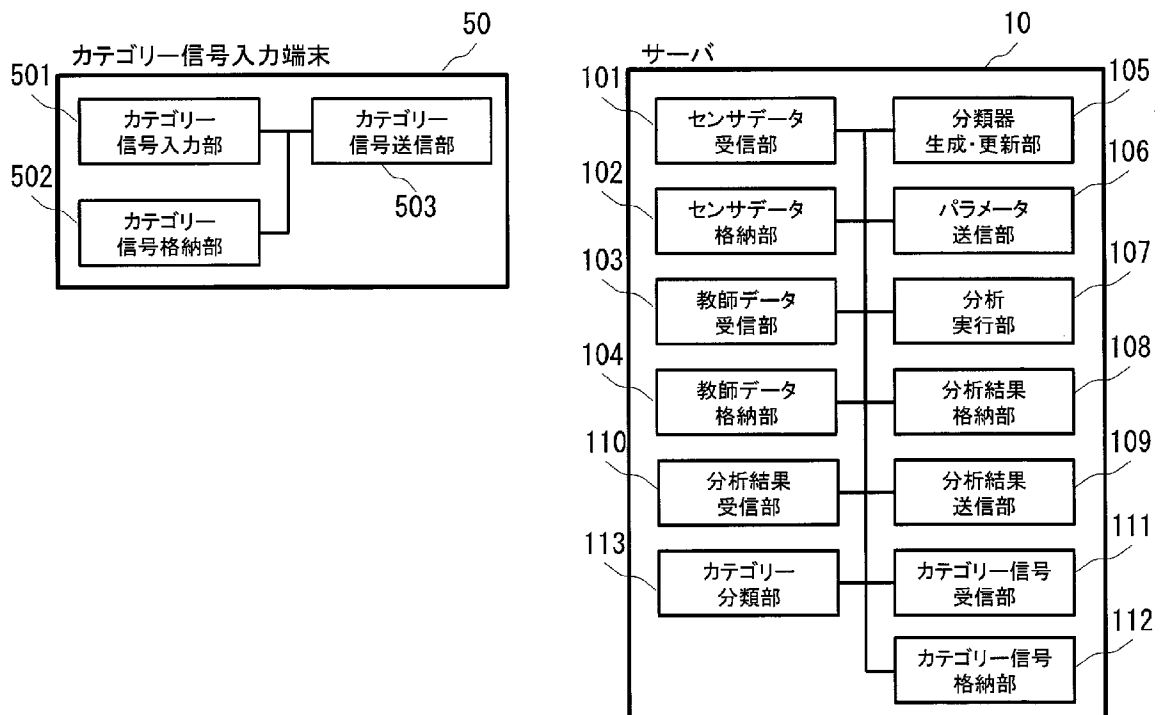
[図8]



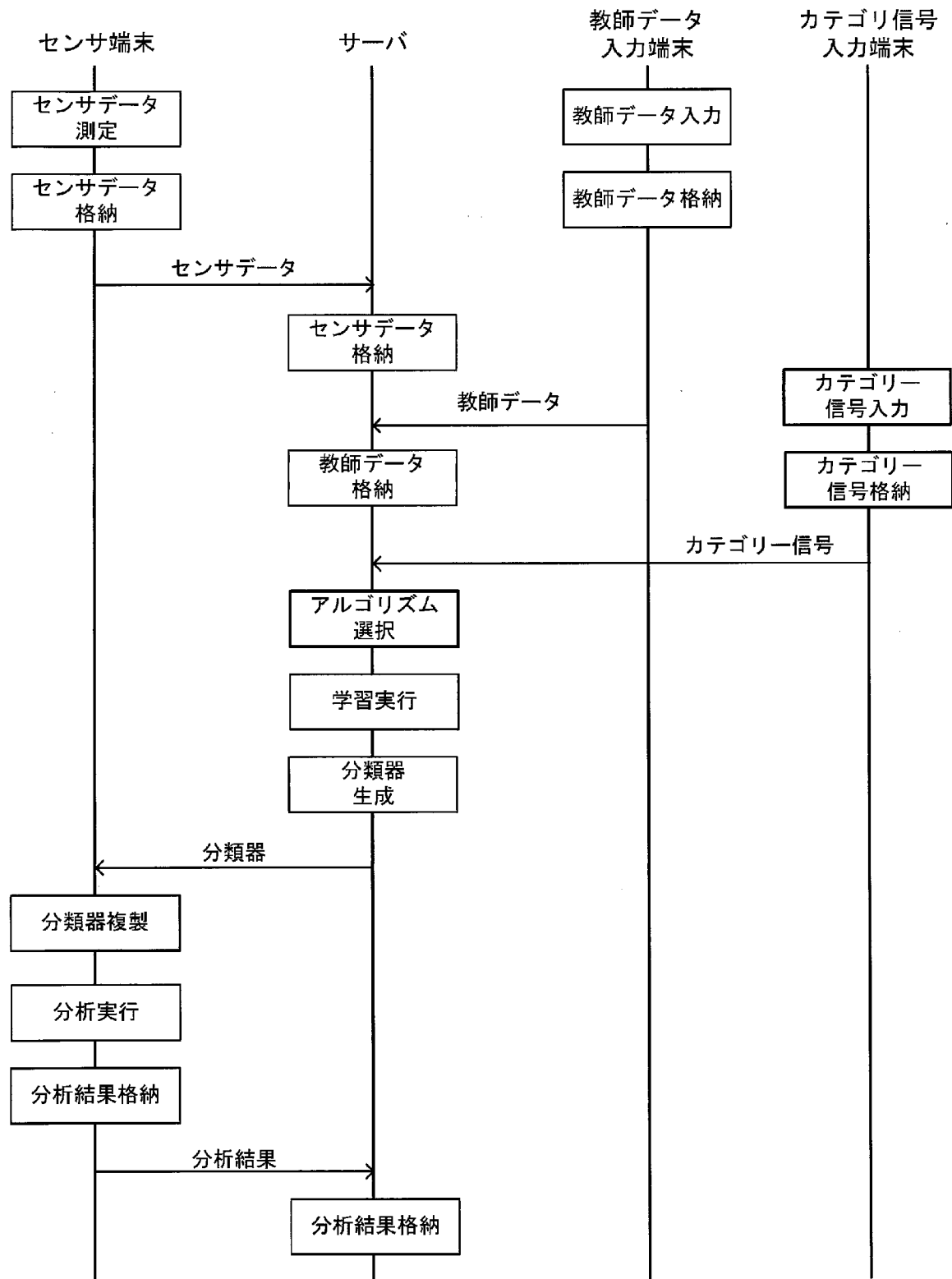
[図9]



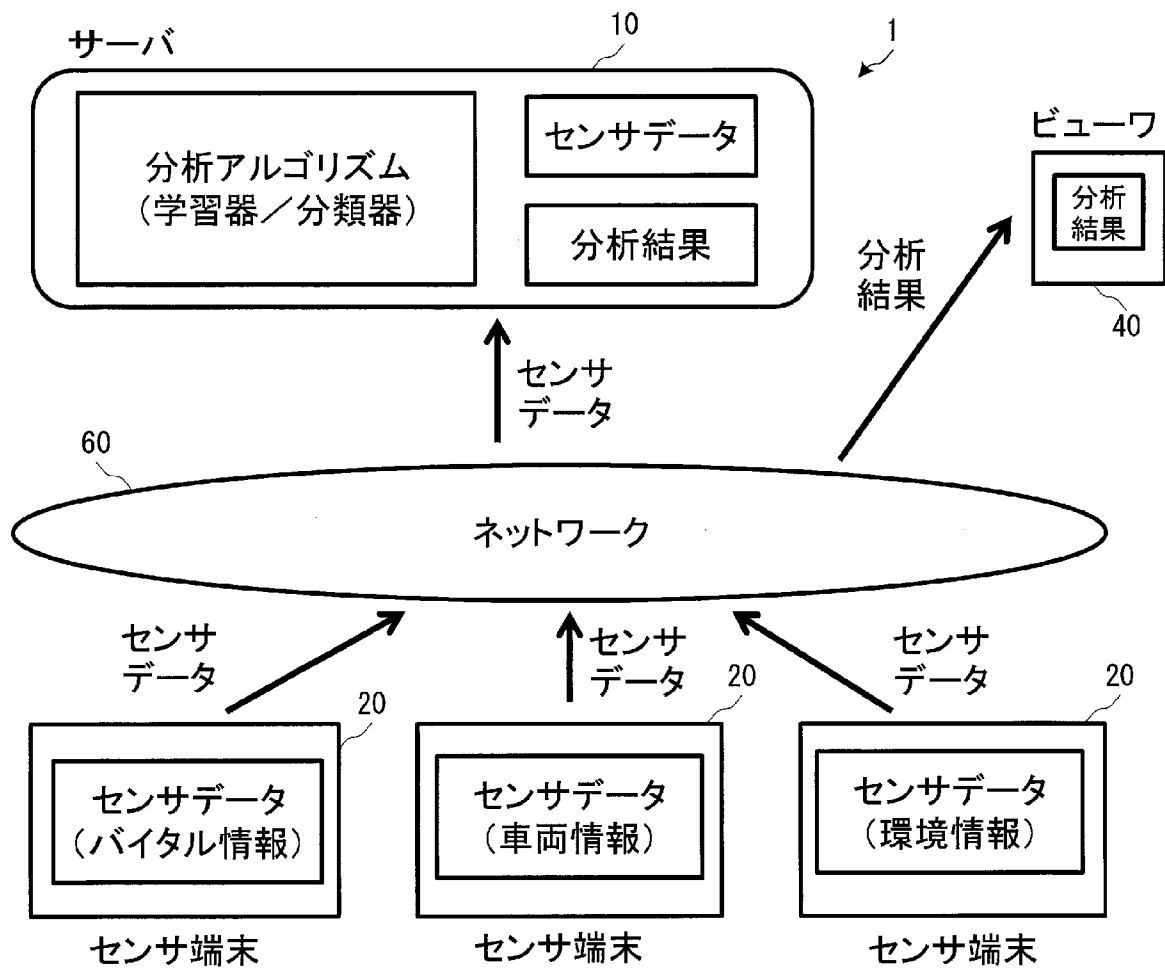
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/019491

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06F16/906 (2019.01) i, G06N20/00 (2019.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G06F16/906, 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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/036809 A1 (TOSHIBA CORPORATION) 31 March 2011, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2018-73024 A (HOCHIKI CORP.) 10 May 2018, entire text, all drawings & WO 2018/079400 A1	1-8
A	JP 2017-215898 A (MARS SPIRIT, INC.) 07 December 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-8

☒ 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
08.07.2019

Date of mailing of the international search report
16.07.2019

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/019491

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016-40650 A (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 24 March 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2015-135552 A (DENSO CORPORATION) 27 July 2015, entire text, all drawings & US 2015/0199617 A1 & EP 2897081 A1	1-8
P, X	JP 2018-88157 A (MAXELL, LTD.) 07 June 2018, abstract, paragraphs [0035], [0045] & WO 2018/101247 A1	1, 2, 6, 8
P, X	JP 2018-173914 A (SOGO KEIBI HOSHO CO., LTD.) 08 November 2018, paragraphs [0104]-[0107] (Family: none)	1, 2, 6, 8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06F16/906(2019.01)i, G06N20/00(2019.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06F16/906, G06N20/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2011/036809 A1（株式会社東芝）2011.03.31, 全文、全図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2018-73024 A（ホーチキ株式会社）2018.05.10, 全文、全図 & WO 2018/079400 A1	1-8
A	JP 2017-215898 A（株式会社マーズスピリット）2017.12.07, 全文、全図（ファミリーなし）	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.07.2019

国際調査報告の発送日

16.07.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

早川 学

5 N

9 6 5 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3586

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2016-40650 A (株式会社 S C R E E Nホールディングス) 2016.03.24, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2015-135552 A (株式会社デンソー) 2015.07.27, 全文、全図 & US 2015/0199617 A1 & EP 2897081 A1	1-8
P, X	JP 2018-88157 A (マクセル株式会社) 2018.06.07, 要約、段落 0 0 3 5, 0 4 5 & WO 2018/101247 A1	1, 2, 6, 8
P, X	JP 2018-173914 A (総合警備保障株式会社) 2018.11.08, 段落 0 1 0 4 ~ 0 1 0 7 (ファミリーなし)	1, 2, 6, 8