

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7097006号

(P7097006)

(45)発行日 令和4年7月7日(2022.7.7)

(24)登録日 令和4年6月29日(2022.6.29)

(51)国際特許分類

G 0 6 N 20/00 (2019.01)

F I

G 0 6 N 20/00

請求項の数 9 (全16頁)

(21)出願番号	特願2018-228364(P2018-228364)	(73)特許権者	000002945
(22)出願日	平成30年12月5日(2018.12.5)		オムロン株式会社
(65)公開番号	特開2020-91653(P2020-91653A)		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南
(43)公開日	令和2年6月11日(2020.6.11)		不動堂町8 0 1 番地
審査請求日	令和2年12月11日(2020.12.11)	(74)代理人	100079108
			弁理士 稲葉 良幸
		(74)代理人	100109346
			弁理士 大貫 敏史
		(74)代理人	100117189
			弁理士 江口 昭彦
		(74)代理人	100134120
			弁理士 内藤 和彦
		(74)代理人	100108213
			弁理士 阿部 豊隆
		(72)発明者	柴 崎 祐輔

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 センサシステム

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

所定のセンサが出力するセンシングデータを取得する取得部と、  
前記センシングデータを第1学習モデルに入力することにより得られる出力値を用いて所定の判定を行う判定部と、  
前記センシングデータを用いた機械学習により第2学習モデルを生成する学習部と、  
前記第1学習モデルの性能、及び前記第2学習モデルの性能のいずれが優れているかを判定する学習モデル判定部と、  
前記第2学習モデルの性能が前記第1学習モデルの性能より優れていると前記学習モデル判定部が判定した場合、前記第2学習モデルによって前記第1学習モデルを代替する代替部と、  
を備え、  
前記学習モデル判定部は、前記センシングデータと、前記センシングデータを前記第1学習モデルに入力することにより得られる出力値との第1の差分、及び、前記センシングデータと、前記センシングデータを前記第2学習モデルに入力することにより得られる出力値との第2の差分に基づいて、前記第1学習モデルの性能、及び前記第2学習モデルの性能のいずれが優れているかを判定することを特徴とする制御装置。

## 【請求項2】

前記学習モデル判定部は、所定の期間における前記第1の差分、及び前記第2の差分それぞれの分散値、最大値、最小値、及び平均値の少なくともいずれかを用いて、前記第1学

習モデルの性能、及び前記第2学習モデルの性能のいずれが優れているかを判定する、請求項1に記載の制御装置。

【請求項3】

前記所定のセンサは、近接センサ又は噛み込み検知部である、請求項1又は2に記載の制御装置。

【請求項4】

前記所定のセンサが出力する前記センシングデータを加工する加工部を更に備える、請求項1から3のいずれか一項に記載の制御装置。

【請求項5】

前記学習モデル判定部による判定の進捗を表示する学習進捗表示部を更に備える、請求項1から4のいずれか一項に記載の制御装置。

10

【請求項6】

前記学習モデル判定部による判定の結果を表示する表示部を更に備える、請求項1から5のいずれか一項に記載の制御装置。

【請求項7】

前記表示部は、前記判定の結果を、第1の評価方法による態様で、及び/又は、第2の評価方法による態様で、表示する、請求項6に記載の制御装置。

【請求項8】

学習モデルの代替の指示を生成するための操作部を更に備え、

前記代替部は、前記第2学習モデルの性能が前記第1学習モデルの性能より優れていると前記学習モデル判定部が判定した場合であって、且つ前記操作部によって前記指示が生成された場合に、前記第2学習モデルによって前記第1学習モデルを代替する、請求項1から7のいずれか一項に記載の制御装置。

20

【請求項9】

前記取得部は更に、第2のセンサが出力する第2のセンシングデータを取得し、

前記判定部は更に、前記第2のセンシングデータを第3学習モデルに入力することにより得られる出力値を用いて他の所定の判定を行い、

前記学習部は更に、前記第2のセンシングデータを用いた機械学習により第4学習モデルを生成し、

前記学習モデル判定部は更に、前記第3学習モデルの性能、及び前記第4学習モデルの性能のいずれが優れているかを判定し、

30

前記代替部は更に、前記第4学習モデルの性能が前記第3学習モデルの性能より優れていると前記学習モデル判定部が判定した場合、前記第4学習モデルによって前記第3学習モデルを代替する、

請求項1に記載の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、センサシステムに関する。

【背景技術】

40

【0002】

従来から、センサ等の機器の精度を向上させるために、機械学習の手法を用いて生成した学習モデルによってノイズを予測し、当該機器が出力するデータからノイズを除去することが行われている。

【0003】

例えば、特許文献1には、自動的に学習モデルを取替えた上で、新たに学習訓練し、新しい判定システムを形成するエキスパート診断方法が開示されている。当該エキスパート診断方法には、自動的に学習モデルを取り換えてエキスパートシステムを更新するステップが含まれている。

【0004】

50

また、特許文献 2 には、消費電力推定装置となる学習・分類器 12、及び学習モデルを他の学習モデルと交換するデータ交換部 15 を備えた消費電力推定装置が開示されている。当該消費電力推定装置は、ネットワークトラフィックパターンがどの学習パターンに最も近いかを判別して、適切な学習モデルに交換する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特表 2010 - 519691 号公報

特開 2013 - 97713 号公報

【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、学習モデルは学習によって常に改善される訳ではない。例えば、学習により性能が悪化する過学習が生じる場合もある。そして、性能の悪化した学習モデルをセンサ等の所定の機器へ適用すると、当該所定の機器を用いたシステム全体に悪影響が及ぶ。そのため、学習モデルの評価が必要となる場合がある。

【0007】

そこで、本発明は、このような実情を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、学習モデルの性能の悪化を抑制することが可能なセンサシステムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様に係るセンサシステムは、センサが出力するセンシングデータを取得する取得部と、センシングデータを第 1 学習モデルに入力することにより得られる出力値を用いて所定の判定を行う判定部と、センシングデータを用いた機械学習により第 2 学習モデルを生成する学習部と、第 1 学習モデルの性能、及び第 2 学習モデルの性能のいずれが優れているかを判定する学習モデル判定部と、第 2 学習モデルの性能が第 1 学習モデルの性能より優れていると学習モデル判定部が判定した場合、第 2 学習モデルによって第 1 学習モデルを代替する代替部と、を備える。

【0009】

この態様によれば、第 1 学習モデルによってセンシングデータによる判定が行われ、更に、当該センシングデータによって第 2 学習モデルが生成される。そして、第 2 学習モデルの性能が第 1 学習モデルの性能より優れていると判定された場合にのみ、第 1 学習モデルが第 2 学習モデルによって代替される。したがって、過学習等によって学習モデルが劣化することが抑制される。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、学習モデルの性能の悪化を抑制することが可能なセンサシステムを提供することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】第 1 実施形態に係るセンサシステム 1 の概要を示す図である。

【図 2】第 1 実施形態に係るマスタユニット 10 の機能ブロックを示す図である。

【図 3】第 1 実施形態に係るセンサシステム 1 による学習モデルの生成処理を説明するための図である。

【図 4 A】第 1 実施形態に係るセンサシステム 1 による学習モデルの性能判定処理を説明するための図である。

【図 4 B】センサシステム 1 による学習モデルの性能判定処理を説明するための図である。

【図 5】第 2 実施形態に係る噛み込み検知部 91 の構成を説明するための概略図である。

【図 6】第 2 実施形態に係るマスタユニット 10 の機能ブロックを示す図である。

10

20

30

40

50

【図 7】第 2 実施形態に係るセンサシステム 1 による学習モデルの生成処理及び性能判定処理を説明するための動作フロー図である。

【図 8】S 2 0 7 の学習処理を説明するための動作フロー図である。

【図 9】S 3 0 3 の学習モデル判定処理を説明するための動作フロー図である。

【図 1 0】第 3 実施形態に係るセンサシステム 1 の概要を示す図である。

【図 1 1】第 3 実施形態に係るマスタユニット 1 0 の機能ブロックを示す図である。

【図 1 2】第 3 実施形態に係るセンサシステム 1 による学習モデルの生成処理等の動作フロー図である。

【図 1 3】学習進捗表示の画面の一例である。

【図 1 4】学習完了通知の表示画面の一例である。

10

【図 1 5】学習進捗表示の画面の他の一例を示す図である。

【図 1 6】複数のセンサを用いた連結構成によるシステムの一例を示す図である。

【図 1 7】複数のセンサを用いた連結構成によるシステムにおける学習区間を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下において、本発明の一側面に係る実施の形態（以下、「本実施形態」とも表記する）を、図面に基づいて説明する。なお、各図において、同一の符号を付したものは、同一又は同様の構成を有する。

【 0 0 1 3 】

20

[ 第 1 実施形態 ]

< センサシステム 1 >

図 1 は、第 1 実施形態に係るセンサシステム 1 の概要を示す図である。センサシステム 1 は、マスタユニット 1 0、第 1 スレーブユニット 2 0 a、第 2 スレーブユニット 2 0 b、第 3 スレーブユニット 2 0 c、第 1 センサ 3 0 a、第 2 センサ 3 0 b、第 3 センサ 3 0 c 及び P L C 4 0 を備える。第 1 センサ 3 0 a、第 2 センサ 3 0 b 及び第 3 センサ 3 0 c は、ライン L に沿って配置され、ライン L 上を搬送されるワークの通過状況を示すデータを測定する。第 1 センサ 3 0 a、第 2 センサ 3 0 b、及び第 3 センサ 3 0 c はそれぞれ、例えばファイバセンサにより構成されてもよい。或いは、これらセンサ 3 0 は、透過型又は回帰反射型の光電センサであってもよい。或いは、これらセンサ 3 0 は、対象物にレーザビームを投光し、三角測距の原理に基づいて対象物までの距離に対応する信号値を得る変位センサであってもよい。或いは、これらセンサ 3 0 は、対象物で反射される光の往復時間に基づいて対象物までの距離に対応する信号値を得る測距センサであってもよい。

30

【 0 0 1 4 】

第 1 スレーブユニット 2 0 a、第 2 スレーブユニット 2 0 b、第 3 スレーブユニット 2 0 c は、複数のセンサ 3 0 それぞれに接続され、複数のセンサ 3 0 により測定されるデータを取得する。より具体的には、第 1 スレーブユニット 2 0 a は第 1 センサ 3 0 a に接続され、第 2 スレーブユニット 2 0 b は第 2 センサ 3 0 b に接続され、第 3 スレーブユニット 2 0 c は第 3 センサ 3 0 c に接続されている。

【 0 0 1 5 】

40

P L C 4 0 は、制御装置である。そして、マスタユニット 1 0 は、複数のスレーブユニット 2 0 a 及び制御装置と接続されている。本明細書では、第 1 スレーブユニット 2 0 a、第 2 スレーブユニット 2 0 b、第 3 スレーブユニット 2 0 c をスレーブユニット 2 0 と総称し、第 1 センサ 3 0 a、第 2 センサ 3 0 b、第 3 センサ 3 0 c をセンサ 3 0 と総称する。なお、本実施形態に係るセンサシステム 1 の構成は一例であり、センサシステム 1 が備える複数のセンサ 3 0 の数、複数のスレーブユニット 2 0 a の数は任意である。また、制御装置は、必ずしも P L C 4 0 でなくてもよい。

【 0 0 1 6 】

マスタユニット 1 0 は、L A N ( Local Area Network ) 等の通信ネットワークを介して P L C 4 0 に接続されてよい。スレーブユニット 2 0 は、マスタユニット 1 0 に物理的か

50

つ電氣的に接続される。本実施形態において、マスタユニット１０は、スレーブユニット２０から受信した情報を記憶部に記憶し、記憶された情報をＰＬＣ４０に送信する。従って、スレーブユニット２０により取得されたデータは、マスタユニット１０によって一元化されてＰＬＣ４０に伝送される。

#### 【００１７】

一例として、スレーブユニット２０からマスタユニット１０には、判定信号及び検出情報が伝送される。判定信号とは、センサ３０により測定されたデータに基づき、スレーブユニット２０によって判定された、ワークに関する判定結果を示す信号である。例えばセンサ３０が光電センサである場合、判定信号は、センサ３０により測定された受光量と閾値とを、スレーブユニット２０によって比較して得られるオン信号又はオフ信号であってよい。検出情報は、スレーブユニット２０の検出動作によって得られる検出値である。例えばセンサ３０が光電センサである場合、検出動作は、投光及び受光の動作であり、検出情報は、受光量であってよい。

10

#### 【００１８】

スレーブユニット２０は、マスタユニット１０の側面に取り付けられてよい。マスタユニット１０とスレーブユニット２０との通信には、パラレル通信又はシリアル通信が用いられてよい。すなわち、マスタユニット１０と、スレーブユニット２０とがシリアル伝送路及びパラレル伝送路で物理的に接続されてよい。例えば、パラレル伝送路上でスレーブユニット２０からマスタユニット１０に判定信号が送信され、シリアル伝送路上で、スレーブユニット２０からマスタユニット１０に検出情報が送信されてよい。なお、マスタユニット１０とスレーブユニット２０とを、シリアル伝送路及びパラレル伝送路のうちのいずれか一方で接続してもよい。

20

#### 【００１９】

<マスタユニット１０>

図２は、第１実施形態に係るマスタユニット１０の機能ブロックを示す図である。マスタユニット１０は、制御装置の一例であって、学習進捗表示部１１、学習モデル判定部１２、通信部１４、判定部１５、判定表示部１６、出力部１７、入力部１８とを備える。これらは、マスタユニット１０が備える１つのプロセッサによって実現されてもよく、或いは、複数のプロセッサによって実現されてもよい。

#### 【００２０】

学習進捗表示部１１は、学習モデル２の学習の進捗度合いや、学習モデル１が代替されたことを表示するための手段であって、例えば、LEDや液晶などで構成される。

30

#### 【００２１】

学習モデル判定部１２は、学習モデル１の性能と学習モデル２の性能とを比較して、いずれの性能が良いかを判定する。学習モデルの性能の判定方法は任意の方法を採用してもよい。例えば、当該判定方法は、所定の期間におけるセンシングデータと予測データとの差分の分散値が小さいほど良い学習モデルであると定義してもよい。或いは、当該判定方法は、所定の期間におけるセンシングデータと予測データとの差分の最大値及び最小値の絶対値が小さいほど良い学習モデルであると定義してもよい。或いは、当該判定方法は、所定の期間におけるセンシングデータと予測データとの差分の平均値が小さいほど良い学習モデルであると定義してもよい。

40

#### 【００２２】

また、学習モデル判定部１２は、学習モデルの性能の判定結果を学習進捗表示部１１や、通信部１４を介してＰＬＣ４０等の上位ユニットに送信してもよい。また、学習モデル判定部１２は、例えば一定期間毎に学習モデルの性能の判定を行ってもよい。

#### 【００２３】

学習部１３は、センシングの合間にセンシングデータを学習用データとする機械学習を行い、学習モデル２を生成し、当該学習モデル２を記憶部２０に格納する。通信部１４は、ＰＬＣ４０との通信を行うインターフェースである。通信部１４は、ＰＬＣ４０以外の上位ユニットとの通信を行うものであってもよい。通信部１４は、フィールドバスなどの有

50

線通信が可能な通信モジュール、或いは、無線通信が可能な通信モジュールであってもよい。

【0024】

判定部15は、学習モデル1を用いて、センシングデータに基づいてワークに関する判定を行う。判定表示部16は、判定結果を表示する。表示の態様は特に限定されない。出力部17は、判定結果をPLC40等の外部装置へ出力する。出力値は、On/Offの2値でも、エンコードした複数bit信号でも良い。入力部18は、ユーザの操作を受け付けるボタンなどで構成される。入力部18は、例えば、学習データをロールバックするための入力を受け付けてもよい。

【0025】

センシング部19は、スレーブユニット20a、加工部19a、及び取得部19bにより構成される。加工部19a、及び取得部19bは、例えば、マスタユニット10に含まれていてもよく、或いは、マスタユニット10に含まれていなくても良い。加工部19aは、スレーブユニット20aから受信したデータを加工する。加工の態様は特に限定されない。取得部19bは、加工部19aが加工したデータを取得し、記憶部20にセンシングデータとして格納する。

【0026】

記憶部20は、1つ又は複数のメモリから構成される。記憶部のアクセスバスは1つでも、複数であってもよい。記憶部20は、例えば、センシングデータと、データ処理方法と、学習モデル1と、学習モデル2と、旧学習モデルと、学習判定方法と、モデル1判定結果とを格納する。

【0027】

センシングデータは、センサ30が測定したデータを加工しないでも、加工部19aにより加工されたデータであってもよい。データ処理方法は、センシングデータを学習データに加工する処理を規定した方法である。当該加工の方法は特に限定されず、また、「加工しない」（センサ30が測定したデータをそのまま用いる）場合を含んでもよい。学習モデル1（第1学習モデル）は、ワークの判定に使用する学習モデルである。学習モデル2（第2学習モデル）は、学習部13が生成する学習モデルである。旧学習モデルは、学習モデル1が学習モデル2によって代替される前の学習モデル1に係る学習モデルである。学習判定方法は、学習モデルの性能を判定するための判定方法を規定したデータである。モデル1判定結果は、学習モデル1の性能に関する判定結果を示すデータである。

【0028】

なお、マスタユニット10は、スレーブユニット毎に異なる学習モデルのペアを有していてもよい。この場合、例えば、第1スレーブユニット20aには学習モデル1及び学習モデル2が対応し、第2スレーブユニット20bには学習モデル3（第3学習モデル）及び学習モデル4（第4学習モデル）が対応する。

【0029】

<学習モデルの生成処理>

図3は、第1実施形態に係るセンサシステム1による学習モデルの生成処理を説明するための図である。

【0030】

まず、学習部13は、記憶部20に格納されたデータ処理方法を読み込む。データ処理方法は、特に限定されないが、例えば、平均処理、FFT（高速フーリエ変換）処理、平滑化処理等を含んでもよい。次に、学習部13は、記憶部20に格納されたセンシングデータを取得し、上記データ処理方法によってセンシングデータを加工することにより、学習用データを生成する。次に、学習部13は、生成された学習用データを用いて機械学習を行い、学習モデルを生成する。次に、学習部13は、生成された学習モデルを学習モデル2として記憶部20に格納する。以上で、学習モデルの生成処理が終了する。

【0031】

<学習モデルの性能判定処理>

図 4 A 及び図 4 B は、第 1 実施形態に係るセンサシステム 1 による学習モデルの性能判定処理を説明するための図である。

【 0 0 3 2 】

まず、学習モデル判定部 1 2 は、記憶部 2 0 からセンシングデータを取得し、学習判定方法に基づく後処理部 1、後処理部 2 等によりセンシングデータの後処理を行う。当該後処理の内容は特に限定されないが、例えば、平均処理、FFT 処理、減算・加算処理等を含んでもよい。次に、学習モデル判定部 1 2 は、学習モデル 2 に基づいて、予測処理を行う。次に、学習モデル判定部 1 2 は、判定結果計算部により、判定結果を算出する。判定結果の算出方法の内容は特に限定されないが、例えば、上述したとおり、分散値、最大値・最小値、及び平均値等を用いて判定結果を算出してもよい。次に、学習モデル判定部 1 2 は、判定結果比較・反映部により、判定結果の比較を行う。このとき、学習モデル 2 の性能が学習モデル 1 の性能より優れているとの判定結果が算出された場合は、学習モデル 2 によって学習モデル 1 を代替する。以上で、学習モデルの性能判定処理が終了する。

10

【 0 0 3 3 】

[ 第 2 実施形態 ]

以下、第 2 実施形態について説明する。第 2 実施形態は、本発明を包装装置の噛み込み検知部 9 1 に適用した例である。以下では、第 2 実施形態のうち、第 1 実施形態と異なる部分について説明し、第 1 実施形態と同様の構成については適宜説明を省略する。

【 0 0 3 4 】

< 噛み込み検知部 9 1 >

20

図 5 は、第 2 実施形態に係る噛み込み検知部 9 1 の構成を説明するための概略図である。シール部 6 1、6 2 には、A 1 及び B 1、A 2 及び B 2 の 2 組の溶着切断部が設けられ、これら溶着切断部の組毎に、溶着切断処理が行われるタイミングに応じたサンプリング期間が設定される。フィルム材 1 0 1 を溶着する時にヒータ部 8 1 a、8 1 b、8 2 a、8 2 b とカッター部 8 3、8 4 との間に異物を噛み混むと、シール部 6 1、6 2 の回転軸は軸に対して垂直方向へずれる。そして、当該回転軸のずれに応じて金属板 9 0 が変位するため、当該変位を近接センサ 9 1 で計測することにより、噛み込みを検知することができる。

【 0 0 3 5 】

図 6 は、第 2 実施形態に係るマスタユニット 1 0 の機能ブロックを示す図である。第 2 実施形態に係るマスタユニット 1 0 は、複数のスレーブユニット 2 0 a に代えて、噛み込み検知部 9 1 からセンシングデータを取得する。

30

【 0 0 3 6 】

< 学習モデルの生成及び学習モデルの性能判定処理 >

図 7 は、第 2 実施形態に係るセンサシステム 1 による学習モデルの生成処理及び性能判定処理を説明するための動作フロー図である。

【 0 0 3 7 】

まず、上位ユニットによりデータ処理方法をマスタユニット 1 0 にアップロードする (S 2 0 1)。データ処理方法は特に限定されないが、例えば、「データは加工せず、 $t - n$ 、 $t - n + 1$ 、...、 $t$  ( $t$ : 計測時間、 $n$ : 整数) の  $n$  次元のデータを学習モデルへの入力とする」という設定をデータ処理方法としてアップロードしてもよい。次に、上位ユニットにより学習判定方法をマスタユニット 1 0 にアップロードする (S 2 0 2)。学習判定方法は特に限定されないが、例えば、「一定時間の分散値  $|f(t) - p|$  ( $f(t)$ : 時間  $t$  の学習モデルによる予測値、 $p$ : 計測値) が小さいほど学習モデルの性能が優れている」という設定を学習判定方法としてアップロードしてもよい。

40

【 0 0 3 8 】

次に、上位ユニットによりモデル 1 判定結果を最悪値である「0 %」にセットする (S 2 0 3)。次に、噛み込み検知部 9 1 の動作を開始する (S 2 0 4)。次に、上位ユニットによりマスタユニット 1 0 の学習を開始する (S 2 0 5)。次に、終了フラグを 0 に、時間を 1 に、それぞれセットする (S 2 0 6)。次に、学習処理を実行する (S 2 0 6)。

50

学習処理の実行（Ｓ２０６）は、終了フラグが１になるまで繰り返す（Ｓ２０８）。

【００３９】

図８は、Ｓ２０７の学習処理を説明するための動作フロー図である。まず、所定の学習インターバルとして定めた期間が経過したか否かを判定する（Ｓ３０１）。具体的には、時間を学習インターバルで除した余りが０であるか否かを判定し、当該判定結果がＹｅｓになるまでこれを繰り返す。Ｓ３０１の判定結果がＹｅｓとなった場合、記憶部２０に記憶されたデータ処理方法にしたがって、学習モデル２を生成・代替する。次に、学習モデル判定処理を行う（Ｓ３０３）。

【００４０】

図９は、Ｓ３０３の学習モデル判定処理を説明するための動作フロー図である。まず、所定の判定インターバルとして定めた期間が経過したか否かを判定する（Ｓ４０１）。具体的には、時間を判定インターバルで除した余りが０であるか否かを判定し、当該判定結果がＹｅｓになるまでこれを繰り返す。Ｓ４０１の判定結果がＹｅｓとなった場合、記憶部２０に記憶された学習判定方法にしたがって学習モデル２の性能を評価する。次に、学習モデル２の性能が学習モデル１の性能より優れているか否かを判定する（Ｓ４０３）。当該判定結果がＮｏである場合、処理を終了する。一方、当該判定結果がＹｅｓである場合、記憶部２０に記憶された学習モデル１に学習モデル２をコピーする（Ｓ４０４）。次に、学習モデル２の結果をモデル１判定結果に格納する（Ｓ４０５）。以上で学習モデルの生成処理及び性能判定処理が終了する。

【００４１】

[第３実施形態]

<センサシステム１>

図１０は、第３実施形態に係るセンサシステム１の概要を示す図である。以下では、第３実施形態のうち第１実施形態と異なる部分について説明すると共に、両実施形態に共通する部分は適宜説明を省略する。センサシステム１は、マスタユニット１０、第１スレーブユニット２０ａ、第２スレーブユニット２０ｂ、第３スレーブユニット２０ｃ、第１センサ３０ａ、第２センサ３０ｂ、第３センサ３０ｃ、ＰＬＣ４０及び外部記憶媒体５０を備える。外部記憶媒体５０は、例えば、ＰＣやＵＳＢメモリ等であってよい。センサシステム１は、外部記憶媒体５０に記憶された以前の学習モデルやサンプルデータを利用することができる。また、センサシステム１は、別のシステムで取得されたデータをコピーして使用することができる。マスタユニット１０は、表示部６０を備えている。表示部６０は、例えば、現在の学習の進行度と学習完了判定を表示する。これにより、ユーザは、現在の学習の進行度と学習完了判定を確認することができる。

【００４２】

<マスタユニット１０>

図１１は、第３実施形態に係るマスタユニット１０の機能ブロックを示す図である。マスタユニット１０は、制御装置の一例であって、通信部１４、判定部１５、取得部１９ｂ、補正部１９ｃ、タイマ２１、表示部６０を備える。これらは、マスタユニット１０が備える１つのプロセッサによって実現されてもよく、或いは、複数のプロセッサによって実現されてもよい。また、マスタユニット１０が有する記憶部２０は、例えば、センシングデータ、測定タイミング、及び学習済モデルを記憶する。

【００４３】

図１２は、第３実施形態に係るセンサシステム１による学習モデルの生成処理等の動作フロー図である。まず、マスタユニット１０は、学習の開始に係る所定の設定処理を実行する（Ｓ５０１）。次に、マスタユニット１０は、サンプルデータの入力を受け付ける（Ｓ５０２）。次に、マスタユニット１０は、表示部６０を介して、学習進捗表示の画面を表示する（Ｓ５０３）。次に、マスタユニット１０は、学習が終了すると、表示部６０を介して学習完了通知の画面を表示する（Ｓ５０４）。

【００４４】

図１３は、学習進捗表示の画面の一例である。学習進捗表示の画面は、目標とする精度（

10

20

30

40

50



目標精度)に対して現在のモデル判定精度がどの程度の割合であることを示す表示画面である。ユーザは、学習進捗表示の画面によって、学習進捗状態を把握できる。センサシステム1は、サンプルデータの入力によって、モデルの判定精度と学習のステータス(進捗)を表示する。モデルの判定精度は、判定率分析のためのテストデータに対する正答率を用いてもよい。具体的には、入力済みのサンプルデータに対する交差検証結果(hold-out法やLeave-One-Out法など)や、ユーザが指定した特定のデータに対する正答率であってもよい。また、目標とする学習モデルの正答率(目標精度)はユーザが任意に設定できるようにしてもよい。また、過去の学習サンプル数とモデル判定精度の推移から回帰曲線を求めることにより、予測必要サンプル数を算出できるようにしてもよい。

#### 【0045】

図14は、学習完了通知の表示画面の一例である。学習完了通知の表示画面は、モデル判定の精度が目標精度に到達したことを示す表示画面である。学習完了後、学習モデルを更新するかキャンセルするか選択できるようにしてもよい。具体的には、図14に示すとおり、学習完了通知の表示画面には、学習モデル更新と、キャンセルとを選択する選択部が表示される。学習モデル更新が選択されると、学習が完了したモデルによって旧学習モデルが更新される。キャンセルが選択されると、学習モデルの更新がキャンセルされる。また、センサシステム1は、過去の学習モデルの判定精度と現在の学習モデルの判定精度を比較し、性能が向上した場合に自動更新するようにしてもよい。また、センサシステム1において、モデル更新のたびに学習モデルがバックアップされ、任意のタイミングでバックアップされた学習モデルに復元されるようにしてもよい。

#### 【0046】

図15は、学習進捗表示の画面の他の一例を示す図である。図15に示すとおり、学習進捗表示の画面は、目標判別精度、モデル判別精度、学習進捗率の各数値や、学習進捗率を示した表示バーを含んでいてもよい。

#### 【0047】

##### <連結アンブでの学習状態表示>

図16は、複数のセンサを用いた連結構成によるシステムの一例を示す図である。当該システムには、一部のスレーブユニットの出力信号をトリガ入力用センサとして利用し、他の一部のスレーブユニットの出力信号をデータ取得用センサとして利用している。具体的には、当該システムは、複数のスレーブユニット20を有している。各スレーブユニット20は、学習用のデータ取得用センサ1と、開始を指定するトリガセンサ1と、終了を指定するトリガセンサ2と、学習用のデータ取得用センサ2と、開始を指定するトリガセンサ3と、終了を指定するトリガセンサ4とに対応する。各スレーブユニット20は、表示灯を有している。表示灯は、例えば図16に示す表示態様によって、学習中、トリガ、学習完了、及びAI無効等の状態を示すことが可能である。この構成により、センサ状態を個別に表示灯色等によって表示することにより、センサごとの役割(状態)と学習完了したかどうかを一目で把握することができる。センサ状態は、スレーブユニットに表示灯色で表示するほか、表示灯の点滅パターンによる表示や7セグメント表示、ドットマトリクス表示によって各状態を識別できる形で表示しても良い。なお、スレーブユニットに代えて、或いはスレーブユニットと共に、マスタユニットに表示灯を設けてもよい。

#### 【0048】

図17は、複数のセンサを用いた連結構成によるシステムにおける学習区間を説明するための図である。図17に示すとおり、データ取得用センサ1は、トリガセンサ1の信号がHighとなった時点で学習を開始し、トリガセンサ2の信号がHighとなった時点で学習を終了する。同様に、データ取得用センサ2は、トリガセンサ3の信号がHighとなった時点で学習を開始し、トリガセンサ4の信号がHighとなった時点で学習を終了する。このように、スレーブユニットをトリガセンサとして利用する場合は、当該信号に紐づくデータ取得用センサを指定することにより、その信号の学習区間を指定することができる。

#### 【0049】

10

20

30

40

50

以上説明したとおり、上述した実施形態では特に、以下の２つのケースにおいて有利な効果を奏する。

(１) 初期学習

最初の学習時においては、随時センシングデータを学習データとして学習モデルをアップデートするため、従来技術においては、過学習によって学習モデルの性能が劣化する場合がある。しかしながら、上述した実施形態では、学習モデル２のみが随時更新（アップデート）され、学習モデル１は、学習モデル２の性能が学習モデル１の性能よりも「良い」と判定された時のみしか更新されない。したがって、マスタユニット１０の学習モデル１は常に最良の結果となる。

【００５０】

10

(２) リアルタイム学習（半教師なし学習）

学習モデルが２つあることによりセンサとして動作させながら学習モデルの随時更新（リアルタイム学習）が可能になる。包装装置のカッター部などは摩耗するなどして、時間経過とともにその状態が変化するため、近接センサで取得できる計測波形も変化していく。ただし、この変化は急激なものでなく緩やかなものである。このとき、学習モデル１により予測されたデータと計測値の一定時間の分散値がモデル１判定結果以内である時、つまり噛み込みではないと判定される時のデータを学習データとして学習モデルをアップデートさせる。これにより計測しながらでも学習モデル２はカッター部などの環境変化にも対応できる学習モデルへとアップデートされる。さらに、学習判定方法により学習モデルの良し悪しを判定して、学習モデル１をアップデートするため悪くなるということはない。よって、学習モデルが２つあることにより計測しながら、環境変化に対応した学習モデルへと進化させることが可能となる。

20

【符号の説明】

【００５１】

１ センサシステム

１０ マスタユニット

１１ 学習進捗表示部

１２ 学習モデル判定部

１３ 学習部

１４ 通信部

30

１５ 判定部

１６ 判定表示部

１７ 出力部

１８ 入力部

１９ センシング部

１９ a 加工部

１９ b 取得部

２０ 記憶部

２０ a 第１スレーブユニット

２０ b 第２スレーブユニット

40

２０ c 第３スレーブユニット

３０ センサ

３０ a 第１センサ

３０ b 第２センサ

３０ c 第３センサ

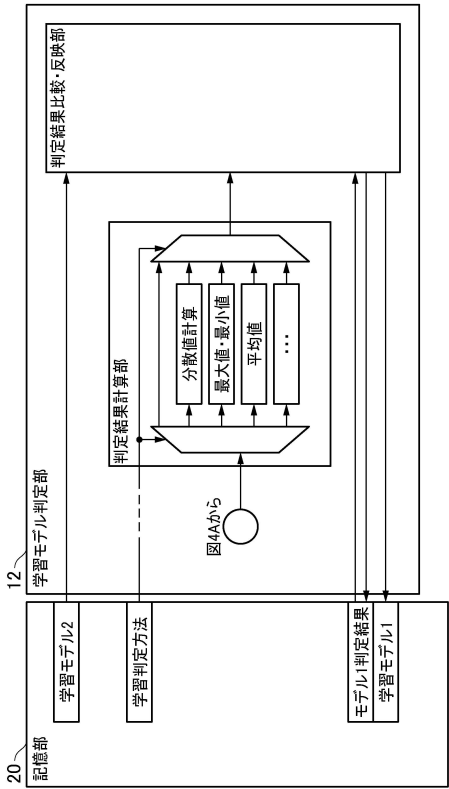
４０ P L C

９１ 噛み込み検知部

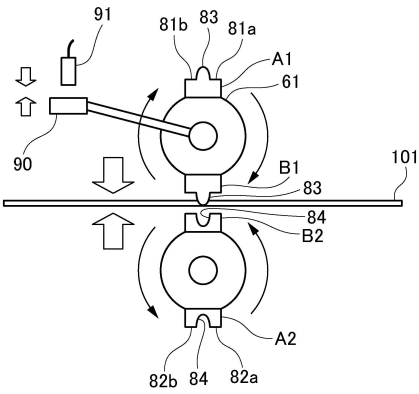
50



【図 4 B】



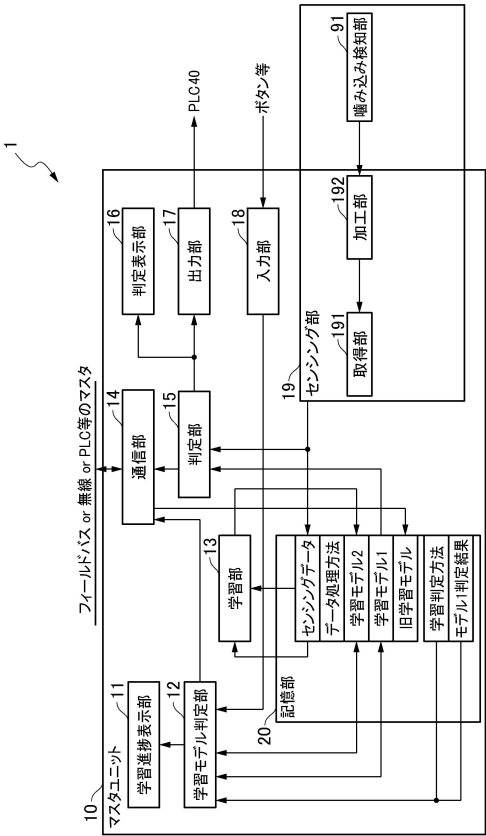
【図 5】



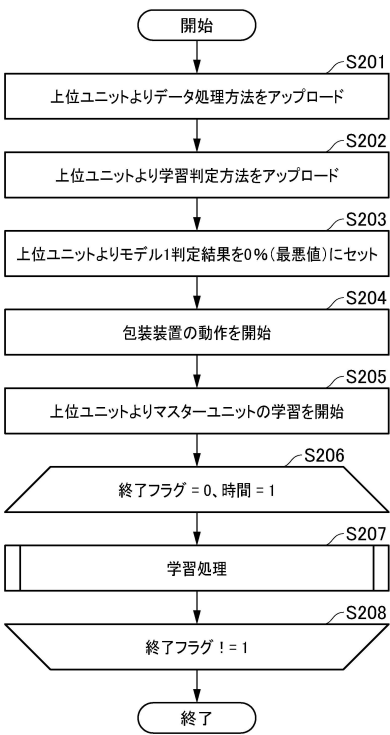
10

20

【図 6】



【図 7】

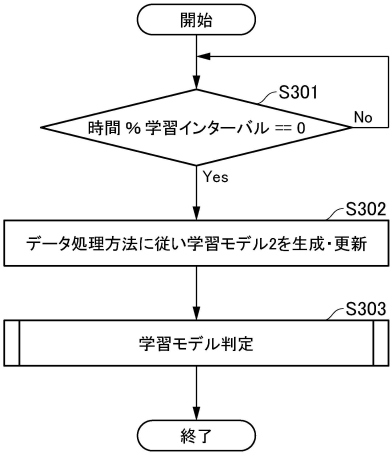


30

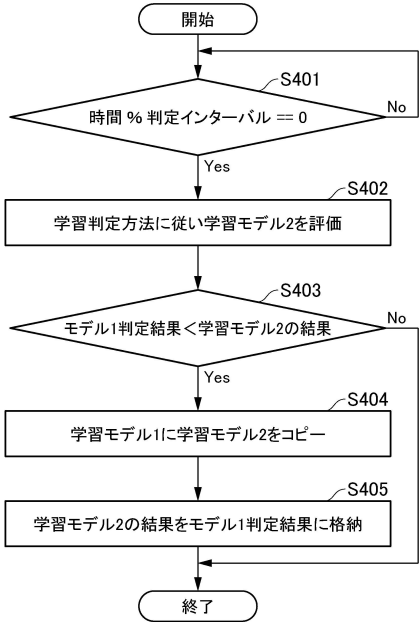
40

50

【図 8】



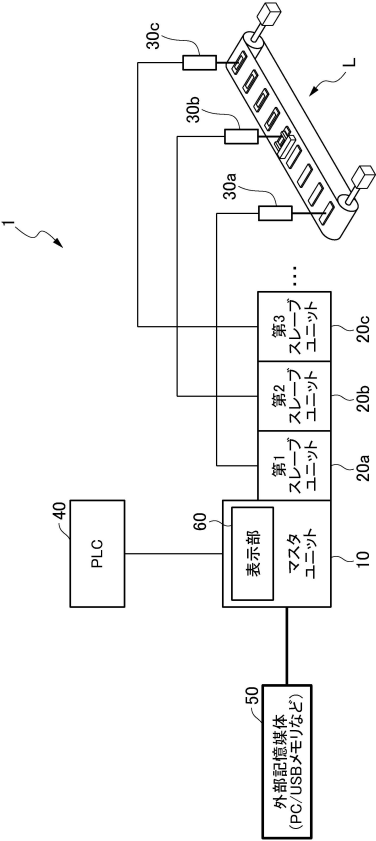
【図 9】



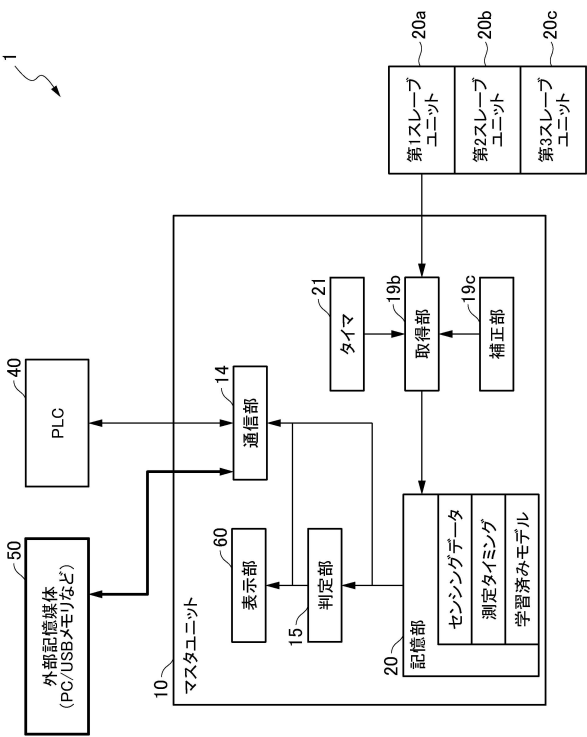
10

20

【図 10】



【図 11】

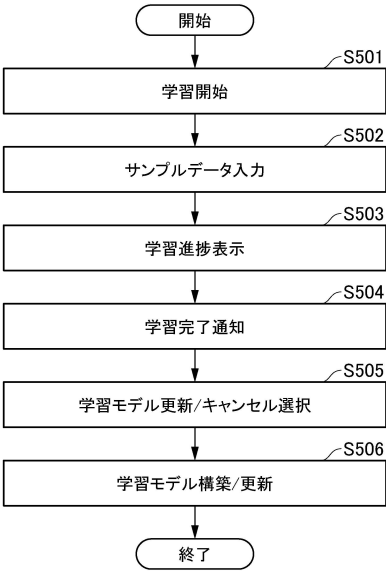


30

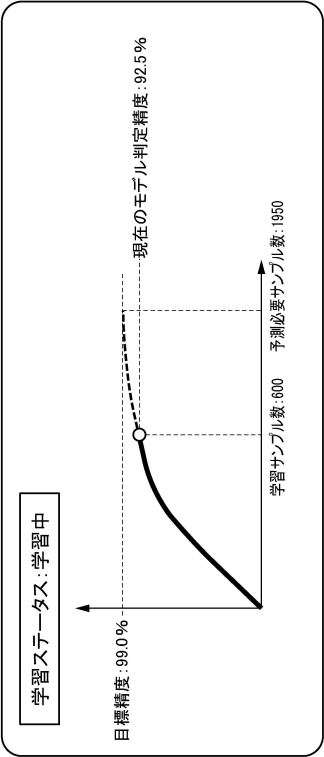
40

50

【図 1 2】



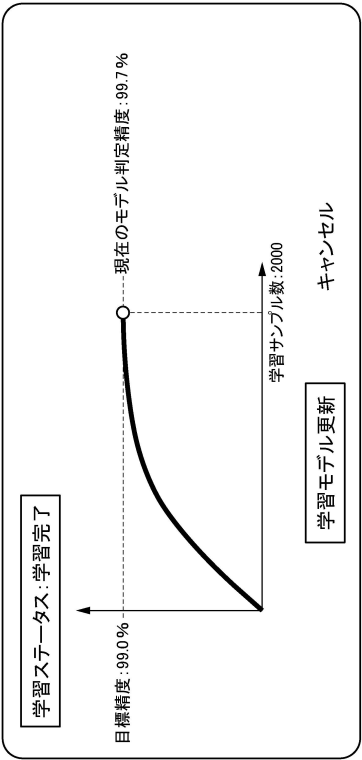
【図 1 3】



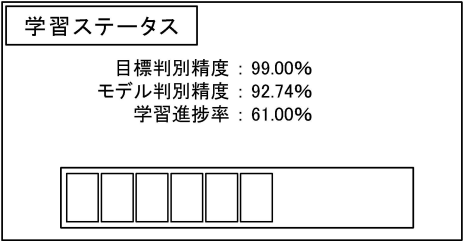
10

20

【図 1 4】



【図 1 5】

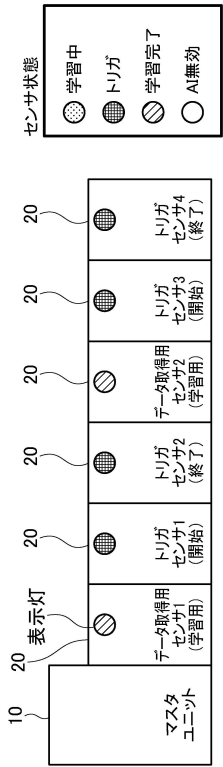


30

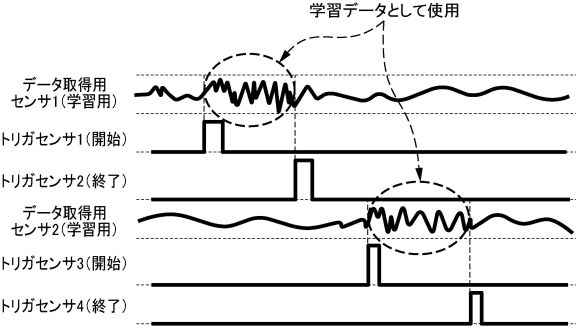
40

50

【図 16】



【図 17】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内  
(72)発明者 今井 清司  
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内  
(72)発明者 飯田 雄介  
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内  
(72)発明者 蓬郷 典大  
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内  
審査官 川 崎 博章  
(56)参考文献 特開平 0 9 - 1 1 3 3 5 1 ( J P , A )  
特開 2 0 1 8 - 1 8 1 1 8 4 ( J P , A )  
特開 2 0 1 8 - 1 0 6 4 6 6 ( J P , A )  
特開平 0 6 - 1 1 9 2 9 1 ( J P , A )  
特表 2 0 1 8 - 5 0 8 8 7 4 ( J P , A )  
特開 2 0 1 0 - 2 1 6 0 9 3 ( J P , A )  
特開 2 0 1 7 - 1 8 2 1 1 4 ( J P , A )  
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
G 0 6 N 2 0 / 0 0