

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-159675
(P2019-159675A)

(43) 公開日 令和1年9月19日(2019.9.19)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
G05B 23/02 (2006.01) G05B 23/02 X 3C223

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2018-44326 (P2018-44326)
 (22) 出願日 平成30年3月12日 (2018.3.12)

(71) 出願人 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
 (74) 代理人 110000785
 誠真 I P 特許業務法人
 (72) 発明者 安田 秀策
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
 (72) 発明者 太田 裕二
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
 Fターム(参考) 3C223 AA02 AA05 AA17 BA03 CC02
 CC03 DD03 FF02 FF05 FF17
 FF22 FF26 FF35 FF42 GG01
 HH02

(54) 【発明の名称】 プラント運転支援装置、プラント運転支援方法、およびプラント運転支援プログラム

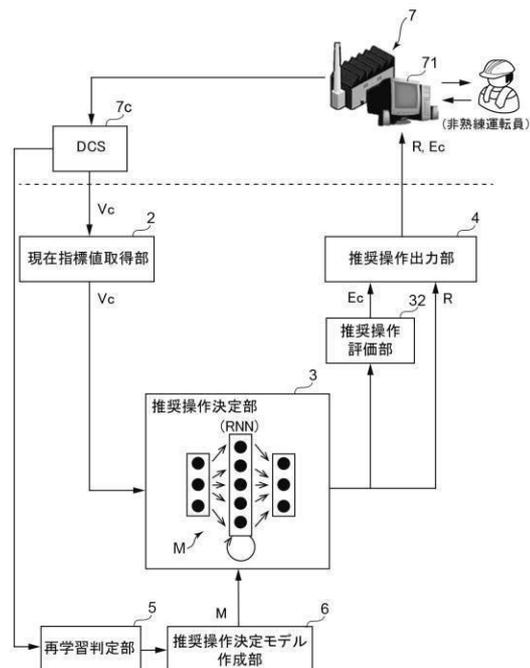
(57) 【要約】

【課題】 プラントの運転操作の決定を通して適切なプラントの運転を支援するプラント運転支援装置を提供する。

【解決手段】

プラント運転支援装置は、少なくとも1つの操作対象機器を含むプラントの運転状態に応じた推奨操作を出力するプラント運転支援装置であって、プラントの運転状態を示す少なくとも1つの指標の指標値を含む現在指標値を取得する現在指標値取得部と、過去の指標値と、該過去の指標値に応じて行われた過去操作であって操作対象機器および該操作対象機器に対する操作量を含む過去操作とを関連付けた複数の操作履歴データを学習することにより作成される推奨操作決定モデルに基づいて、現在指標値に応じた推奨操作を決定する推奨操作決定部と、推奨操作を出力装置に出力する推奨操作出力部と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも 1 つの操作対象機器を含むプラントの運転状態に応じた推奨操作を出力するプラント運転支援装置であって、

前記プラントの運転状態を示す少なくとも 1 つの指標の指標値を含む現在指標値を取得する現在指標値取得部と、

過去の前記指標値と、該過去の指標値に応じて行われた過去操作であって前記操作対象機器および該操作対象機器に対する操作量を含む過去操作とを関連付けた複数の操作履歴データを学習することにより作成される推奨操作決定モデルに基づいて、前記現在指標値に応じた前記推奨操作を決定する推奨操作決定部と、

10

前記推奨操作を出力装置に出力する推奨操作出力部と、を備えることを特徴とするプラント運転支援装置。

【請求項 2】

前記プラントは、複数の前記操作対象機器を含み、

前記推奨操作決定モデルは、前記複数の操作対象機器のうちの少なくとも 2 つの前記操作対象機器の各々に対する前記操作履歴データを前記操作対象機器毎に学習することにより作成されており、

前記推奨操作決定部は、前記現在指標値に応じた前記推奨操作を前記操作対象機器毎に決定することを特徴とする請求項 1 に記載のプラント運転支援装置。

20

【請求項 3】

前記複数の操作履歴データは、前記過去の指標値と、該過去の指標値に応じて行われた前記過去操作と、該過去操作を評価した過去操作評価結果とが関連付けられた複数の過去データのうち、前記過去操作評価結果が規定評価以上のもので構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のプラント運転支援装置。

【請求項 4】

前記推奨操作決定モデルの作成に用いた前記複数の操作履歴データが有する前記過去操作評価結果に基づいて決定される推奨操作評価予測を出力する推奨操作評価部を、さらに備えることを特徴とする請求項 3 に記載のプラント運転支援装置。

【請求項 5】

前記推奨操作の実行後の前記プラントの運転状態に基づいて得られる前記推奨操作の評価結果が所定のクライテリアを満たさない場合に前記推奨操作決定モデルの再学習を判定する再学習判定部を、さらに備えることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のプラント運転支援装置。

30

【請求項 6】

前記指標はプロセス量を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のプラント運転支援装置。

【請求項 7】

前記推奨操作決定モデルを機械学習により作成する推奨操作決定モデル作成部を、さらに備え、

前記推奨操作決定モデル作成部は、

40

前記複数の操作履歴データを記憶する操作履歴データ記憶部と、

前記複数の操作履歴データを機械学習することにより前記推奨操作決定モデルを作成するモデル作成部と、を有することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のプラント運転支援装置。

【請求項 8】

前記推奨操作決定モデル作成部は、

前記過去の指標値、該過去の指標値に応じて行われた前記過去操作、および該過去操作を評価した過去操作評価結果が関連付けられた複数の過去データを記憶する過去データ記憶部と、

前記複数の過去データのうち、前記過去操作評価結果が規定評価以上のものを抽出する

50

教師データ抽出部と、をさらに有し、

前記教師データ抽出部は、前記推奨操作決定モデルの再学習を行う場合には、前記規定評価を、前記再学習の前の前記推奨操作決定モデルの作成に用いた前記複数の操作履歴データを抽出するのに用いた第1規定評価よりも低い第2規定評価に変更することを特徴とする請求項7に記載のプラント運転支援装置。

【請求項9】

少なくとも1つの操作対象機器を含むプラントの運転状態に応じた推奨操作を出力するプラント運転支援方法であって、

前記プラントの運転状態を示す少なくとも1つの指標の指標値を含む現在指標値を取得する現在指標値取得ステップと、

過去の前記指標値と、該過去の指標値に応じて行われた過去操作であって前記操作対象機器および該操作対象機器に対する操作量を含む過去操作とを関連付けた複数の操作履歴データを学習することにより作成される推奨操作決定モデルに基づいて、前記現在指標値に応じた前記推奨操作を決定する推奨操作決定ステップと、を備えることを特徴とするプラント運転支援方法。

10

【請求項10】

少なくとも1つの操作対象機器を含むプラントの運転状態に応じた推奨操作を出力するプラント運転支援プログラムであって、

コンピュータに、

前記プラントの運転状態を示す少なくとも1つの指標の指標値を含む現在指標値を取得する現在指標値取得ステップと、

20

過去の前記指標値と、該過去の指標値に応じて行われた過去操作であって前記操作対象機器および該操作対象機器に対する操作量を含む過去操作とを関連付けた複数の操作履歴データを学習することにより作成される推奨操作決定モデルに基づいて、前記現在指標値に応じた前記推奨操作を決定する推奨操作決定ステップと、を実行させるためのプラント運転支援プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、プラントの運転支援に関する。

30

【背景技術】

【0002】

発電プラント、化学プラントやゴミ処理場などのプラントでは、プラントの運転操作（プラント操作）の経験を十分有する熟練運転員の不足が問題化している。この問題に対し、プラントの運転データや熟練者のノウハウを集約してAI技術を利用することで、運転支援を行う取り組みがなされている。

【0003】

このような運転支援の取り組みのひとつとして、知識工学の手法を利用し、オペレータの経験的知識を抽出して推論機構を構築する運転支援システムが提案されている。例えば、特許文献1では、予測モデルを用いてプラント出力を予測し、効率の良い運転となるように運転を支援するシステムが開示されている。また、プラントの出力を予測・提示することによる運転支援システムも提案されている。例えば特許文献2では、ニューラルネットワークを用いて、複数の入力パラメータからプラント出力予測値を算出し、ガイダンスとして表示することによりプラント運転支援を行うシステムが開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2015-179454号公報

【特許文献2】特開平7-160661号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0005】**

しかしながら、特許文献1～2など、これまで提案されている手法は、熟練運転員の操作方法を直接模倣することにより運転支援を行うものではなく、若手への技術伝承に利用するには不十分である。また、特許文献1が開示する知識工学の手法では、推論機構の構築に使用する経験的知識の獲得とメンテナンスとが煩雑であるという問題がある。また、特許文献1～2では、所定の操作を行ったときのプラント出力の予測を可能とするが、状況に応じた適切な操作方法を提示するシステムとはなっていない。すなわち、ある操作に対してどのようなプラント出力が得られるかが分かるシステムとはなっているものの、どのような操作を行うと適切にプラントを運転できるかがわかるシステムとはなっていない。

10

【0006】

上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、プラントの運転操作の決定を通して適切なプラントの運転を支援するプラント運転支援装置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】**

(1) 本発明の少なくとも一実施形態に係るプラント運転支援装置は、

少なくとも1つの操作対象機器を含むプラントの運転状態に応じた推奨操作を出力するプラント運転支援装置であって、

20

前記プラントの運転状態を示す少なくとも1つの指標の指標値を含む現在指標値を取得する現在指標値取得部と、

過去の前記指標値と、該過去の指標値に応じて行われた過去操作であって前記操作対象機器および該操作対象機器に対する操作量を含む過去操作とを関連付けた複数の操作履歴データを学習することにより作成される推奨操作決定モデルに基づいて、前記現在指標値に応じた前記推奨操作を決定する推奨操作決定部と、

前記推奨操作を出力装置に出力する推奨操作出力部と、を備える。

【0008】

上記(1)の構成によれば、プラント運転支援装置は、例えば熟練運転員が過去にプラントの運転状態に応じて行った運転操作を機械学習することにより予め作成した推奨操作決定モデルに基づいて、現在のプラントの運転状態に適したプラントの推奨操作を決定すると共に、決定した推奨操作をディスプレイ、AR(Augmented Reality)ゴーグル等のウェアラブルデバイスといった表示装置や、音声による推奨操作の報知を行う音声出力装置などの出力装置に出力する。これによって、運転員は、例えば表示装置に表示などされた推奨操作をプラントに対して実行することで、熟練運転員の運転操作を模倣するような、熟練運転員と同等の運転操作を実行することができる。したがって、熟練していない運転員であったとしても熟練運転員が行うようにプラントの運転を適切に行うことを可能にすることができ、プラントの運転を支援することができる。

30

【0009】

(2) 幾つかの実施形態では、上記(1)の構成において、

40

前記プラントは、複数の前記操作対象機器を含み、

前記推奨操作決定モデルは、前記複数の操作対象機器のうちの少なくとも2つの前記操作対象機器の各々に対する前記操作履歴データを前記操作対象機器毎に学習することにより作成されており、

前記推奨操作決定部は、前記現在指標値に応じた前記推奨操作を前記操作対象機器毎に決定する。

上記(2)の構成によれば、操作対象機器毎の操作履歴データの学習を通して作成された推奨操作決定モデルを用いることで、現在指標値に応じた推奨操作を操作対象機器毎に決定することができる。

【0010】

50

(3) 幾つかの実施形態では、上記(1)～(2)の構成において、

前記複数の操作履歴データは、前記過去の指標値と、該過去の指標値に応じて行われた前記過去操作と、該過去操作を評価した過去操作評価結果とが関連付けられた複数の過去データのうち、前記過去操作評価結果が規定評価以上のもので構成されている。

【0011】

プラントに対して何らかの運転操作を実行すると、その実行された運転操作によりプラントの運転状態が変化するので、この変化後の運転状態に基づいて、実行した運転操作の評価が可能である。

【0012】

上記(3)の構成によれば、推奨操作決定モデルは、過去操作の評価結果(過去操作評価結果)で過去データ(後述)を選別することにより得られる操作履歴データに基づいて作成される。このように、規定評価以上の評価結果を有する操作履歴データに基づいて作成された推奨操作決定モデルを用いることにより、推奨操作決定モデルが規定評価よりも小さい評価結果を有する過去データの影響を受けるのを回避することができる。したがって、適切な規定評価を設定することによって、模倣すべき運転操作を有する適切な過去データを操作履歴データとして選別することにより、推奨操作の実行後におけるプラントの運転状態が良好となるような適切な推奨操作を決定することができる。

【0013】

(4) 幾つかの実施形態では、上記(3)の構成において、

前記推奨操作決定モデルの作成に用いた前記複数の操作履歴データが有する前記過去操作評価結果に基づいて決定される推奨操作評価予測を出力する推奨操作評価部を、さらに備える。

上記(4)の構成によれば、推奨操作の評価結果の予測値となる情報が推奨操作と共に出力される。これによって、推奨操作の評価結果の予測に基づいて、運転員は、推奨操作の実行の可否や、推奨操作の実行に応じた運転状態の変化に予め備えるなどを行うことができ、運転員による運転操作の信頼性の向上を図ることができる。

【0014】

(5) 幾つかの実施形態では、上記(1)～(4)の構成において、

前記推奨操作の実行後の前記プラントの運転状態に基づいて得られる前記推奨操作の評価結果が所定のクライテリアを満たさない場合に前記推奨操作決定モデルの再学習を判定する再学習判定部を、さらに備える。

上記(5)の構成によれば、決定された推奨操作の評価結果が低い場合には、推奨操作決定モデルの再学習を行う判定をする。これによって、再学習後の推奨操作決定モデルを用いて決定された推奨操作の評価結果が所定のクライテリアを満たすように図ることができる。したがって、推奨操作の実行後におけるプラントの運転状態が良好となるように、プラントの運転を支援することができる。

【0015】

(6) 幾つかの実施形態では、上記(1)～(5)の構成において、

前記指標はプロセス量を含む。

上記(6)の構成によれば、プラントの運転状態を示す指標にプロセス量が含まれることにより、プラントの運転状態を示す指標を適切に取得することができる。

【0016】

(7) 幾つかの実施形態では、上記(1)～(6)の構成において、

前記推奨操作決定モデルを機械学習により作成する推奨操作決定モデル作成部を、さらに備え、

前記推奨操作決定モデル作成部は、

前記複数の操作履歴データを記憶する操作履歴データ記憶部と、

前記複数の操作履歴データを機械学習することにより前記推奨操作決定モデルを作成するモデル作成部と、を有する。

上記(7)の構成によれば、適切な推奨操作決定モデルを作成することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

(8) 幾つかの実施形態では、上記 (7) の構成において、

前記推奨操作決定モデル作成部は、

前記過去の指標値、該過去の指標値に応じて行われた前記過去操作、および該過去操作を評価した過去操作評価結果が関連付けられた複数の過去データを記憶する過去データ記憶部と、

前記複数の過去データのうち、前記過去操作評価結果が規定評価以上のものを抽出する教師データ抽出部と、をさらに有し、

前記教師データ抽出部は、前記推奨操作決定モデルの再学習を行う場合には、前記規定評価を、前記再学習の前の前記推奨操作決定モデルの作成に用いた前記複数の操作履歴データを抽出するのに用いた第 1 規定評価よりも低い第 2 規定評価に変更する。

10

上記 (8) の構成によれば、推奨操作決定モデルの再学習時には、モデル作成時の過学習 (オーフフィッティング) の解消などのために、教師データとすべき操作履歴データの対象範囲を広げる。これによって、適切な推奨操作決定モデルを再学習により作成することができる。

【 0 0 1 8 】

(9) 本発明の少なくとも一実施形態に係るプラント運転支援方法は、

少なくとも 1 つの操作対象機器を含むプラントの運転状態に応じた推奨操作を出力するプラント運転支援方法であって、

前記プラントの運転状態を示す少なくとも 1 つの指標の指標値を含む現在指標値を取得する現在指標値取得ステップと、

20

過去の前記指標値と、該過去の指標値に応じて行われた過去操作であって前記操作対象機器および該操作対象機器に対する操作量を含む過去操作とを関連付けた複数の操作履歴データを学習することにより作成される推奨操作決定モデルに基づいて、前記現在指標値に応じた前記推奨操作を決定する推奨操作決定ステップと、を備える。

【 0 0 1 9 】

上記 (9) の構成によれば、上記 (1) と同様の効果を奏する。

【 0 0 2 0 】

(1 0) 幾つかの実施形態では、上記 (9) の構成において、

前記プラントは、複数の前記操作対象機器を含み、

30

前記推奨操作決定モデルは、前記複数の操作対象機器のうちの少なくとも 2 つの前記操作対象機器の各々に対する前記操作履歴データを前記操作対象機器毎に学習することにより作成されており、

前記推奨操作決定ステップは、前記現在指標値に応じた前記推奨操作を前記操作対象機器毎に決定する。

上記 (1 0) の構成によれば、上記 (2) と同様の効果を奏する。

【 0 0 2 1 】

(1 1) 幾つかの実施形態では、上記 (9) ~ (1 0) の構成において、

前記複数の操作履歴データは、前記過去の指標値と、該過去の指標値に応じて行われた前記過去操作と、該過去操作を評価した過去操作評価結果とが関連付けられた複数の過去データのうち、前記過去操作評価結果が規定評価以上のもので構成されている。

40

上記 (1 1) の構成によれば、上記 (3) と同様の効果を奏する。

【 0 0 2 2 】

(1 2) 幾つかの実施形態では、上記 (1 1) の構成において、

前記推奨操作決定モデルの作成に用いた前記複数の操作履歴データが有する前記過去操作評価結果に基づいて決定される推奨操作評価予測を取得する推奨操作評価ステップを、さらに備える。

上記 (1 2) の構成によれば、上記 (4) と同様の効果を奏する。

【 0 0 2 3 】

(1 3) 幾つかの実施形態では、上記 (9) ~ (1 2) の構成において、

50

前記推奨操作の実行後の前記プラントの運転状態に基づいて得られる前記推奨操作の評価結果が所定のクライテリアを満たさない場合に前記推奨操作決定モデルの再学習を判定する再学習判定ステップを、さらに備える。

上記(13)の構成によれば、上記(5)と同様の効果を奏する。

【0024】

(14) 幾つかの実施形態では、上記(9)～(13)の構成において、前記指標はプロセス量を含む。

上記(14)の構成によれば、上記(6)と同様の効果を奏する。

【0025】

(15) 幾つかの実施形態では、上記(9)～(14)の構成において、前記推奨操作決定モデルを機械学習により作成する推奨操作決定モデル作成ステップを、さらに備え、

10

前記推奨操作決定モデル作成ステップは、

前記複数の操作履歴データを記憶する操作履歴データ記憶ステップと、

前記複数の操作履歴データを機械学習することにより前記推奨操作決定モデルを作成するモデル作成ステップと、を有する。

上記(15)の構成によれば、上記(7)と同様の効果を奏する。

【0026】

(16) 幾つかの実施形態では、上記(15)の構成において、

前記推奨操作決定モデル作成ステップは、

20

前記過去の指標値、該過去の指標値に応じて行われた前記過去操作、および該過去操作を評価した過去操作評価結果が関連付けられた複数の過去データを記憶する過去データ記憶ステップと、

前記複数の過去データのうち、前記過去操作評価結果が規定評価以上のものを抽出する教師データ抽出ステップと、をさらに有し、

前記教師データ抽出ステップは、前記推奨操作決定モデルの再学習を行う場合には、前記規定評価を、前記再学習の前の前記推奨操作決定モデルの作成に用いた前記複数の操作履歴データを抽出するのに用いた第1規定評価よりも低い第2規定評価に変更する。

上記(16)の構成によれば、上記(8)と同様の効果を奏する。

【0027】

30

(17) 本発明の少なくとも一実施形態に係るプラント運転支援プログラムは、

少なくとも1つの操作対象機器を含むプラントの運転状態に応じた推奨操作を出力するプラント運転支援プログラムであって、

コンピュータに、

前記プラントの運転状態を示す少なくとも1つの指標の指標値を含む現在指標値を取得する現在指標値取得ステップと、

過去の前記指標値と、該過去の指標値に応じて行われた過去操作であって前記操作対象機器および該操作対象機器に対する操作量を含む過去操作とを関連付けた複数の操作履歴データを学習することにより作成される推奨操作決定モデルに基づいて、前記現在指標値に応じた前記推奨操作を決定する推奨操作決定ステップと、を実行させる。

40

【0028】

上記(17)の構成によれば、上記(9)と同様の効果を奏する。

【発明の効果】

【0029】

本発明の少なくとも一実施形態によれば、プラントの運転操作の決定を通して適切なプラントの運転を支援するプラント運転支援装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明の一実施形態に係るプラント運転支援装置を概略的に示す図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る操作履歴データの構成を示す図である。

50

【図3】本発明の一実施形態に係る操作履歴データ（過去データ）の蓄積時を模式的に示す図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る操作履歴データの学習時を模式的に示す図である。

【図5】本発明の一実施形態に係るプラント運転支援方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0031】

以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

10

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

20

【0032】

図1は、本発明の一実施形態に係るプラント運転支援装置1を概略的に示す図である。

プラント運転支援装置1は、プラント7の運転状態に応じたプラント7に対する推奨の運転操作（推奨操作R）を出力する装置である。火力発電所や原子力発電所などの発電プラントや化学プラント、ごみ焼却場などといったプラント7では、運転制御や異常監視のために、プラント7の各種のプロセス量を複数のセンサを設置するなどして測定すると共に、これらの測定値やプラント7を構成する複数の機器（設備）の状態などの変化（イベント）などが、例えば分散型デジタル計装制御システム（DCS：Distributed Digital System）などの制御装置7cを用いて監視される。例えば、主要なプロセス量を例示すると、プラント7が備えるボイラによって生成される主蒸気温度、主蒸気圧力、主蒸気流量などである。また、この場合の操作対象機器は、ボイラに供給する燃料量や空気量を調整するためのダンパやバルブ、蒸気タービンなどに送る蒸気（主蒸気など）の流量および圧力を調整するバルブなどとなる。

30

【0033】

より具体的には、制御装置7cによって、運転中のプラント7におけるプロセス量やイベント通知など、プラント7の運転状態を把握可能な指標の指標値Vが周期的などで取得されると共に、プラントの操作及び監視を行う機能を提供するオペレータステーション（OPS）といった出力装置71に送信される。そして、プラント7の運転員は、出力装置71のディスプレイなどを介して提示される各種の指標値Vやそれらに基づく情報を確認することによりプラント7の運転状態を判断し、プラント7を構成するバルブなどの運転員による操作が可能な機器（操作対象機器）の操作を必要に応じて行う。なお、プラント7の運転員は、プラント7内に設置されたOPSなどの出力装置71から提示される情報を確認しても良いし、例えば広域通信網（WAN）などを介して接続されたプラント7外の遠隔地に設置された出力装置71から提示される情報を確認しても良い。

40

【0034】

この際、出力装置71を介して提示されるプラント7の運転状態に対して行われる運転操作は、運転員の熟練度などに依存する場合がある。特に、特に経験の浅い若手などの運転員の運転操作は、運転操作のタイミング、操作対象機器やその操作量などのいずれかにおいて適切な運転操作を行う運転員（熟練運転員）のものとは異なる場合があり、熟練運

50

転員のような適切な運転操作が必ずしも容易ではない場合がある。そこで、プラント運転支援装置 1 は、例えば熟練運転員の運転操作を学習することによって、プラント 7 のその時々運転状態に応じて行った熟練運転員の運転操作を模倣するような運転操作を推奨操作 R として提示する。

【 0 0 3 5 】

以下、プラント運転支援装置 1 について、図 1 ~ 図 4 を用いて説明する。図 2 は、本発明の一実施形態に係る操作履歴データ H の構成を示す図である。

【 0 0 3 6 】

図 1 に示すように、プラント運転支援装置 1 は、現在指標値取得部 2 と、推奨操作決定部 3 と、推奨操作出力部 4 と、を備える。プラント運転支援装置 1 はコンピュータで構成されており、図示しない CPU (プロセッサ) や、ROM や RAM といったメモリや記憶装置 m (外部記憶装置) を備えている。そして、メモリ (主記憶装置) にロードされたプログラム (プラント運転支援プログラム) の命令に従って CPU が動作 (データの演算など) することで、プラント運転支援装置 1 が備える上記の各機能部を実現する。なお、プラント運転支援プログラムは、コンピュータによる読み込みが可能な記憶媒体に記憶されても良い。上記の機能部について、それぞれ説明する。

【 0 0 3 7 】

現在指標値取得部 2 は、プラント 7 の運転状態を示す少なくとも 1 つの指標の指標値 V を含む現在指標値 V c を取得する。この現在指標値 V c は、少なくとも 1 つのプロセス量あるいはイベント情報が含まれていれば良い。図 1 に示す実施形態では、現在指標値取得部 2 は、上述した制御装置 7 c (DCS) が取得した最新の指標値を、例えば周期的 (リアルタイムなど) に取得するようになっている。

【 0 0 3 8 】

推奨操作決定部 3 は、上述した現在指標値取得部 2 によって取得された上記の現在指標値 V c に応じた推奨操作 R を推奨操作決定モデル M に基づいて決定する。推奨操作決定モデル M は、モデルへの入力となる 1 以上の指標値 V に応じた推奨操作 R を出力することが可能なモデルである。そして、この推奨操作決定モデル M は、過去の指標値 (以下、過去指標値 V p) と、この過去指標値 V p に応じて行われた過去操作 O p とを関連付けた複数の操作履歴データ H を学習することにより作成される。上記の過去操作 O p は、操作対象機器およびその操作対象機器に対する操作量の情報で構成されている。例えば、操作対象機器となる A というバルブ (Aバルブ) の開度を変更した場合の過去操作 O p のデータとしては、Aバルブを示す情報、および、Aバルブの開度の変更後の設定値あるいは開度の変更量などの情報で構成される。つまり、各操作履歴データ H は、図 2 に示すように、少なくとも、過去指標値 V p の情報と、その過去指標値 V p に応じて操作された操作対象機器の情報と、その操作対象機器に対する操作量の情報と、を含む。

【 0 0 3 9 】

図 1 に示す実施形態では、推奨操作決定モデル M は、リカレントニューラルネットワーク (RNN) により作成されている。リカレントニューラルネットワークは時系列情報を考慮することが可能な手法であることが知られている。プラント 7 の運転状態は運転操作の実行に応じて変化するため、運転員が、プラント 7 の運転状態を確認しながら連続的に複数回の運転操作を実行する場合もある。推奨操作決定モデル M を RNN により作成することにより、n 回目 (n は 2 以上の整数) の推奨操作を、その前に実行した 1 以上の推奨操作に応じて変化するプラント 7 の変化後の運転状態 (予測) を考慮して決定することが可能となる。ただし、本実施形態に本発明は限定されず、他の幾つかの実施形態では、推奨操作決定モデル M は、ランダムフォレスト法やガウス回帰など、他の周知な手法を用いて作成されても良い。なお、図 1 に示す実施形態では、推奨操作決定モデル M は、推奨操作決定モデル作成部 6 が作成するように構成されてが、これについては後述する。

【 0 0 4 0 】

推奨操作出力部 4 は、上述した推奨操作決定部 3 によって決定された推奨操作 R を出力装置 7 1 に出力する。つまり、推奨操作出力部 4 は、プラント運転支援装置 1 の外部に推

10

20

30

40

50

奨操作 R を出力するよう構成される。出力装置 7 1 は、具体的には、上述した O P S であっても良いし、ディスプレイや A R (Augmented Reality) ゴーグル等のウェアラブルデバイスといった表示装置、音声による推奨操作の報知を行う音声出力装置、発光装置などであっても良い。

【 0 0 4 1 】

また、推奨操作 R には、操作すべき操作対象機器の情報、および、その操作対象機器に対する操作量の情報が含まれても良く、どの機器に対するどのような操作が推奨されているのかが分かるようになっている。よって、例えば運転員は、ディスプレイに表示された推奨操作 R を確認することにより、どの操作対象機器に対してどのような運転操作を実行すべきかを把握することが可能となる。

10

【 0 0 4 2 】

また、推奨操作 R は、その実行により、各種のプロセス量を目標値にするなど、プラント 7 を最適な運転状態に遷移させるために必要な運転操作の内容を含むように構成されても良い。この場合には、互いに所定の時間間隔を置いて実行される複数の連続的な運転操作が必要な場合がある。このような場合には、推奨操作出力部 4 は、複数の運転操作が含まれた推奨操作 R を一度に出力しても良いし、連続的な複数の運転操作の実行タイミングに従ってそれぞれの運転操作を順番に出力しても良い。例えば後者であれば、実行タイミングの推奨内容も、より分かり易く運転員に提示することが可能になるので、先行する運転操作を実行した後に状況を確認してから次の運転操作をする必要がある場合などに、より良く対応することが可能となる。このような推奨操作 R の実行により、プラント 7 の運転状態を最適なものとすることができる。

20

【 0 0 4 3 】

なお、他の幾つかの実施形態では、出力装置 7 1 は、操作対象機器に対する操作を自動で実行することが可能な装置 (コンピュータ) であっても良い。この場合には、出力装置 7 1 は、推奨操作出力部 4 から出力された推奨操作 R を受信すると、推奨操作 R から操作対象機器および操作量の情報を取得し、その操作対象機器に対してその操作量を実現するための命令を送信する。

【 0 0 4 4 】

上記の構成によれば、プラント運転支援装置 1 は、例えば熟練運転員が過去にプラントの運転状態に応じて行った運転操作を機械学習することにより予め作成した推奨操作決定モデル M に基づいて、現在のプラント 7 の運転状態に適した推奨操作 R を決定すると共に、決定した推奨操作 R をディスプレイなどの出力装置 7 1 に出力する。これによって、運転員は、例えば表示装置に表示などされた推奨操作 R をプラント 7 に対して実行することで、熟練運転員の運転操作を模倣するような、熟練運転員と同等の運転操作を実行することができる。したがって、熟練していない運転員であったとしても熟練運転員が行うようにプラント 7 の運転を適切に行うことを可能にすることができ、プラント 7 の運転を支援することができる。

30

【 0 0 4 5 】

幾つかの実施形態では、プラント 7 は、複数の操作対象機器を含んでいても良く、この場合には、上述した推奨操作決定モデル M は、複数の操作対象機器のうち少なくとも 2 つの前記操作対象機器の各々に対する操作履歴データ H を操作対象機器毎に学習することにより作成される。そして、推奨操作決定部 3 は、現在指標値 V c に応じた推奨操作 R を操作対象機器毎に決定する。具体的には、推奨操作決定モデル M の作成に用いられる複数の操作履歴データは、操作対象機器の種類に応じてグループ分けされて、そのグループ毎の学習によりそれぞれ作成された操作対象機器毎のサブモデルの集合であっても良い。そして、推奨操作決定モデル M に対して現在指標値 V c を入力すると、その現在指標値 V c が複数のサブモデルの各々の入力となって、操作対象機器毎の操作量が決定 (出力) される。この際、推奨操作決定モデル M から出力される推奨操作 R において、必要な操作対象機器に対する操作量の情報が示されるので、少なくとも 1 つの操作対象機器に対する操作量が無しとなっても当然良い。

40

50

【 0 0 4 6 】

例えば蒸気温度の調整に当たり、熟練運転員によって、Aバルブを閉めた後、Bバルブをある時間差で開放する操作が過去に行われた場合、各操作履歴データHが上述した情報（図2参照）に加えて、さらにタイムスタンプなどの実行順序および実行タイミングを決定するための時間情報を有することで、推奨操作Rに複数の連続操作の実行順序および実行タイミングを示すことが可能となる。この場合、現在指標値Vcが推奨操作決定モデルMに入力されると、その結果としてAバルブの操作量と、Bバルブの操作量とが、時間情報に基づいて得られる実行順序および実行タイミングと共に得られる。よって、例えば推奨操作Rには、Aバルブに対する操作量と、Bバルブに対する操作量と共に、Bバルブの実行時間などのAバルブの実行タイミングを起点としてBバルブに対する操作量を実行する実行タイミングが示される。

10

【 0 0 4 7 】

なお、操作履歴データHのうちどこからどこまでが連続した操作であるか否かは、例えば同一のIDが付与された操作履歴データHは連続した操作であるなど、操作履歴データHがそれを区別するための情報フィールドをさらに有することにより判断可能としても良い。

【 0 0 4 8 】

上記の構成によれば、操作対象機器毎の操作履歴データHの学習を通して作成された推奨操作決定モデルMを用いることで、現在指標値Vcに応じた推奨操作Rを操作対象機器毎に決定することができる。

20

【 0 0 4 9 】

また、幾つかの実施形態では、上述した複数の操作履歴データHは、過去指標値Vpと、この過去指標値Vpに応じて行われた過去操作Opと、この過去操作Opを評価した評価結果（以下、過去操作評価結果Ep）とが関連付けられた複数の過去データHaのうち、過去操作評価結果Epが規定評価以上のもので構成されている。すなわち、推奨操作決定モデルMは、過去操作評価結果Epが高評価の運転操作を教師データとして作成される。

【 0 0 5 0 】

ここで、プラント7に対してなんらかの運転操作を実行すると、その実行された運転操作によりプラント7の運転状態が変化するので、この変化後の運転状態に基づくなどして、何らかの手法により、実行した運転操作の評価が可能である。具体的には、例えば、運転操作を実行した場合にプラント7のアラームが生じる場合には、その運転操作の評価結果は低いものとなる。また、あるプロセス量のプロセス値と目標値との差異を小さくしたい場合に、運転操作の実行により、プロセス量のプロセス値と目標値との差異が大きくなる場合も、その運転操作の評価結果は低く、その差異の大きさに応じて評価は変わる。逆に、その差異が小さくなる場合には、その運転操作の評価結果は高いものとなる。このように、運転操作の実行後に、運転操作の目的に応じて、実行した運転操作の評価が可能である。例えば、後述する図3に示すように、上述したような運転操作の評価は、運転操作評価システム9によって実行されて、その結果が記憶されても良い。

30

【 0 0 5 1 】

上記の各操作履歴データHは、図2に示すように、少なくとも、過去指標値Vpの情報と、その過去指標値Vpに応じて操作された操作対象機器の情報と、その操作対象機器に対する操作量の情報と、その過去操作評価結果Epの情報と、を含む。なお、過去操作Opの評価は、点数評価（例えば100点満点での点数評価など）であっても良いし、ランク評価（A、B、C評価など）であっても良い。

40

【 0 0 5 2 】

上記の構成によれば、推奨操作決定モデルMは、過去操作Opの評価結果（過去操作評価結果Ep）で過去データHaを選別することにより得られる操作履歴データHに基づいて作成される。このように、規定評価以上の評価結果を有する操作履歴データHに基づいて作成された推奨操作決定モデルMを用いることにより、推奨操作決定モデルMが規定評

50

価よりも小さい評価結果を有する過去データH aの影響を受けるのを回避することができる。したがって、適切な規定評価を設定することによって、模倣すべき運転操作を有する適切な過去データH aを操作履歴データHとして選別することにより、推奨操作の実行後におけるプラント7の運転状態が良好となるような適切な推奨操作Rを決定することができる。

【0053】

幾つかの実施形態では、図1に示すように、プラント運転支援装置1は、推奨操作Rの決定に用いた推奨操作決定モデルMの作成の元になった(作成に用いた)複数の操作履歴データHが有する過去操作評価結果E pに基づいて決定される推奨操作評価予測E cを出力する推奨操作評価部32を、さらに備えても良い。推奨操作Rは、推奨操作決定モデルMの作成に用いた複数の操作履歴データHと同じような運転操作を推奨するものなので、推奨操作決定モデルMを用いて決定された推奨操作Rを評価した場合には、複数の操作履歴データHのいずれかに近い評価結果になるものと予測される。よって、推奨操作評価予測E cを過去操作評価結果E pに基づいて決定して出力することにより、運転員に対して、推奨操作Rの信頼性をその実行前に判断することが可能な情報を提示することが可能となる。

10

【0054】

例えば、推奨操作評価予測E cを、推奨操作決定モデルMの作成に用いた複数の操作履歴データHのうちの、最も低いあるいは最も高い過去操作評価結果E pとしても良い。あるいは、その複数の操作履歴データHに含まれる過去操作評価結果E pの平均値など、複数の値から統計的な手法により算出可能な統計値であっても良い。

20

【0055】

図1に示す実施形態では、推奨操作評価部32は、推奨操作決定部3および推奨操作出力部4にそれぞれ接続されている。そして、推奨操作評価部32は、推奨操作決定モデルMと現在指標値V cとに基づいて推奨操作Rが決定されると、その通知を受信するなどすることにより、推奨操作評価予測E cを決定し、推奨操作出力部4に送信するようになっている。また、推奨操作出力部4は、受信した推奨操作評価予測E cを、推奨操作決定部3から受信した推奨操作Rと共に、外部に送信するようになっている。

【0056】

上記の構成によれば、推奨操作Rの評価結果の予測値となる情報が推奨操作Rと共に出力される。これによって、推奨操作Rの評価結果の予測に基づいて、運転員は、推奨操作Rの実行の可否や、推奨操作Rの実行に応じた運転状態の変化に予め備えるなどを行うことができ、運転員による運転操作の信頼性の向上を図ることができる。

30

【0057】

また、幾つかの実施形態では、図1に示すように、プラント運転支援装置1は、推奨操作Rの実行後のプラント7の運転状態に基づいて得られる推奨操作Rの評価結果が所定のクライテリアを満たさない場合に推奨操作決定モデルMの再学習を判定する再学習判定部5を、さらに備える。図1に示す実施形態では、再学習判定部5は、再学習の判定を行うと、後述する推奨操作決定モデル作成部6に通知し、この通知に応じて推奨操作決定モデル作成部6が再学習を実行するようになっている。

40

【0058】

上記の所定のクライテリアは、例えば、アラームの回数が規定数(1以上の任意の値)以下の場合との条件を含んでも良い。あるいは、上記の所定のクライテリアは、推奨操作Rの評価結果が、所定の評価以上になった場合との条件を含んでも良い。この場合の所定の評価は、例えば、推奨操作決定モデルMの作成に用いた複数の操作履歴データHのうちの最も低い過去操作評価結果E pであっても良いし、その複数の操作履歴データHに含まれる過去操作評価結果E pの平均値など、複数の値から統計的な手法により算出される統計値であっても良い。上記の所定のクライテリアは、これらの複数の条件を含んでも良く、所定のクライテリアとして設定された条件のうちの一つでも満たさない場合には、所定のクライテリアを満たさないと判断されても良い。

50

【 0 0 5 9 】

上記の構成によれば、決定された推奨操作 R の実際の評価結果が低い場合には、推奨操作決定モデル M の再学習を行う判定をする。これによって、再学習後の推奨操作決定モデル M を用いて決定される推奨操作 R の評価結果が所定のクライテリアを満たすように図ることができる。したがって、推奨操作 R の実行後におけるプラント 7 の運転状態が良好となるように、プラント 7 の運転を支援することができる。

【 0 0 6 0 】

次に、推奨操作決定モデル M を作成するための推奨操作決定モデル作成部 6 について、図 3 ~ 図 4 を用いて説明する。図 3 は、本発明の一実施形態に係る操作履歴データ H (過去データ H a) の蓄積時を模式的に示す図である。また、図 4 は、本発明の一実施形態に係る操作履歴データ H の学習時を模式的に示す図である。

10

【 0 0 6 1 】

幾つかの実施形態では、図 3 に示すように、プラント運転支援装置 1 は、推奨操作決定モデル M を機械学習により作成する推奨操作決定モデル作成部 6 を、さらに備えても良い。そして、この推奨操作決定モデル作成部 6 は、操作履歴データ記憶部 6 2 と、モデル作成部 6 4 と、を有する。

【 0 0 6 2 】

操作履歴データ記憶部 6 2 は、複数の操作履歴データ H を記憶する。図 3 ~ 図 4 に示す実施形態では、操作履歴データ記憶部 6 2 はデータベースを含んでおり、複数の操作履歴データ H をデータベースで管理している。このデータベースで管理される各レコードは、少なくとも、過去指標値 V p の情報と、その過去指標値 V p に応じて操作された操作対象機器の情報と、その操作対象機器に対する操作量の情報とをそれぞれ記憶するための情報フィールドを含んでいる (図 2 参照) 。そして、図 3 に示すように、過去指標値 V p と、この過去指標値 V p に応じてなされた熟練運転員の過去操作 O p とを同一のレコードに記憶すると共に、その過去操作 O p の過去操作評価結果 E p をその対応するレコードに記憶することにより、各操作履歴データ H の内容をレコード毎に記憶するようになっている。

20

【 0 0 6 3 】

モデル作成部 6 4 は、操作履歴データ記憶部 6 2 に記憶されている複数の操作履歴データ H を機械学習することにより推奨操作決定モデル M を作成する。図 4 に示すように、操作履歴データ記憶部 6 2 に記憶されている各操作履歴データ H に含まれる過去指標値 V p から、作成中の推奨操作決定モデル M ' によって算出される推奨操作 R が、その操作履歴データ H で対応付けられている過去操作 O p と一致しているかを確認し、その一致度合いが所定の範囲内に収まるように、作成中の推奨操作決定モデル M ' を修正 (R N N 場合には重み値を修正) していくことで、推奨操作決定モデル M を完成させる。

30

【 0 0 6 4 】

上記の構成によれば、適切な推奨操作決定モデル M を作成することができる。

なお、推奨操作決定モデル作成部 6 は、プラント運転支援装置 1 と同一のコンピュータ上で動作しても良いし、あるいは、物理的に異なる他のコンピュータ上で動作しても良い。後者の場合には、コンピュータ同士が通信ネットワークを介して接続されていても良い。これらのコンピュータ同士が通信ネットワークを介して接続されていない場合には、推奨操作決定モデル作成部 6 によって作成された推奨操作決定モデル M は、コンピュータ読み取り可能で、かつ、持ち運び可能な記憶媒体を介して受け渡されても良い。

40

【 0 0 6 5 】

また、幾つかの実施形態では、図 3 に示すように、推奨操作決定モデル作成部 6 は、上述した複数の過去データ H a を記憶する過去データ記憶部 6 1 と、複数の過去データ H a のうち、過去操作評価結果 E p が規定評価以上のものを抽出する教師データ抽出部 6 3 と、をさらに有していても良い。これによって、複数の過去データ H a を過去操作評価結果 E p で選別することができ、既に述べたように、複数の操作履歴データ H を、過去操作評価結果 E p が規定評価以上の過去データ H a で構成することが可能になる。図 3 ~ 図 4 に示す実施形態では、過去データ記憶部 6 1 は、操作履歴データ記憶部 6 2 と同一のデータ

50

ベースで構成されている。換言すれば、過去データ記憶部61は、操作履歴データHとする過去データHaと、操作履歴データHとしない過去データHaとの両方を記憶しており、過去データ記憶部61のうちの操作履歴データHを記憶している部分（記憶領域）が、操作履歴データ記憶部62である。

【0066】

そして、推奨操作決定モデルMの再学習を行う場合には、上記の教師データ抽出部63は、上記の規定評価を、再学習の前の推奨操作決定モデルMの作成に用いた複数の操作履歴データHを抽出するのに用いたもの（第1規定評価）よりも低いもの（第2規定評価）に変更するように構成しても良い。規定評価を変更することによって、教師データとなる操作履歴データHの対象が増え、過学習（オーバーフィッティング）による影響がないようにすることが可能である。

10

【0067】

図3～図4に示す実施形態では、推奨操作決定モデル作成部6は、推奨操作決定モデルMの学習に際しては、記憶装置mに記憶されている規定評価の設定値を取得し、この規定評価の設定値と、過去データHaが有する規定評価とを比較しながら、操作履歴データHとして用いるべき過去データHaを判別するようになっている。教師データ抽出部63は、この規定評価の設定値を第1規定評価から第2規定評価に変更する。

【0068】

ただし、本実施形態に本発明は限定されない。例えば、他の幾つかの実施形態では、データベースで管理される各過去データHaを記憶する各レコードが、各過去データHaが学習に用いるデータであるか否かを示す情報フィールドを有しており、教師データ抽出部63は、この情報フィールドを更新することにより、そのレコードが操作履歴データHを記憶しているものであるか否かを示しても良い。この情報フィールドを確認することにより、推奨操作決定モデル作成部6は推奨操作決定モデルMを作成するのに用いるべき過去データHaであるか否かの判別が可能となる。

20

【0069】

上記の構成によれば、推奨操作決定モデルMの再学習時には、モデル作成時の過学習（オーバーフィッティング）の解消などのために、教師データとすべき操作履歴データHの対象範囲を広げる。これによって、適切な推奨操作決定モデルMを再学習により作成することができる。

30

【0070】

以下、上述したプラント運転支援装置1（プラント運転支援プログラム）が実行する処理に対応するプラント運転支援方法について、図5を用いて説明する。図5は、本発明の一実施形態に係るプラント運転支援方法を示す図である。

【0071】

プラント運転支援方法は、プラント7の運転状態に応じたプラント7に対する推奨の運転操作（推奨操作R）を決定するための方法である。図5に示すように、プラント運転支援方法は、現在指標値取得ステップ（S1）と、推奨操作決定ステップ（S2）と、を備える。このプラント運転支援方法は、上述したプラント運転支援装置1が実行しても良いし、例えば周期的に現在指標値Vcを取得しつつ、人手で実行しても良い。

40

図5のステップ順にプラント運転支援方法を説明する。

【0072】

図5に示す実施形態では、ステップS0において、推奨操作決定モデルMを取得（用意）している。この推奨操作決定モデルMの作成については、操作履歴データHと共に既に説明しているため、これらの詳細は省略する。例えば、幾つかの実施形態では、プラント運転支援方法は、複数の操作履歴データHを機械学習することにより推奨操作決定モデルMを作成するモデル作成ステップを、さらに備えていても良い。この場合には、ステップS0では、このモデル作成ステップによって作成された推奨操作決定モデルMを取得する。さらに、このモデル作成ステップは、上述した複数の過去データHaのうち、過去操作評価結果Epが規定評価以上のものを抽出する教師データ抽出ステップを有していても良

50

く、この教師データ抽出ステップによって抽出された複数の過去データ H a (操作履歴データ H) を機械学習の対象としても良い。

【0073】

ステップ S 1 において、現在指標値取得ステップを実行する。現在指標値取得ステップ (S 1) は、上述した現在指標値 V c を取得するステップである。現在指標値取得ステップ (S 1) は、既に説明した現在指標値取得部 2 が実行する処理内容と同様であるため、詳細は省略する。

【0074】

ステップ S 2 において、推奨操作決定ステップを実行する。推奨操作決定ステップ (S 2) は、上述した現在指標値取得ステップ (S 1) によって取得された上記の現在指標値 V c に応じた推奨操作 R を、上述した推奨操作決定モデル M に基づいて決定するステップである。推奨操作決定ステップ (S 2) は、既に説明した推奨操作決定部 3 が実行する処理内容と同様であり、詳細は省略する。

10

【0075】

その後、図 5 に示すフローでは、ステップ S 4 において、推奨操作決定ステップ (S 2) によって決定された推奨操作 R を実行する。例えば、運転員が O P S を操作することにより、推奨操作 R を実行する。

【0076】

上記の構成によれば、推奨操作 R を実行することにより、熟練運転員の運転操作を模倣するような、熟練運転員と同等の運転操作を実行することができる。したがって、熟練していない運転員であったとしても熟練運転員が行うようにプラント 7 の運転を適切に行うことを可能にすることができ、プラント 7 の運転を支援することができる。

20

【0077】

また、幾つかの実施形態では、図 5 (S 3 参照) に示すように、プラント運転支援方法は、上述した推奨操作評価予測 E c を取得する推奨操作評価ステップを、さらに備えても良い。推奨操作評価ステップ (S 3) は、既に説明した推奨操作評価部 3 2 が実行する処理内容と同様であり、詳細は省略する。

【0078】

上記の構成によれば、推奨操作 R の評価結果の予測に基づいて、運転員は、推奨操作 R の実行の可否や、推奨操作 R の実行に応じた運転状態の変化に予め備えるなどを行うことができ、運転員による運転操作の信頼性の向上を図ることができる。

30

【0079】

また、幾つかの実施形態では、図 5 (S 5 参照) に示すように、プラント運転支援方法は、推奨操作 R の実行後のプラント 7 の運転状態に基づいて得られる推奨操作 R の評価結果が所定のクライテリアを満たさない場合に推奨操作決定モデル M の再学習を判定する再学習判定ステップを、さらに備えても良い。再学習判定ステップは、既に説明した再学習判定部 5 が実行する処理内容と同様であり、詳細は省略する。

【0080】

図 5 に示す実施形態では、ステップ S 5 1 において、推奨操作 R の評価結果が所定のクライテリアを満たすか否かを判定し、この条件が満たされない場合には、ステップ S 5 2 において、推奨操作決定モデル M の再学習が必要である旨の判定を行う。そして、再学習の判定がなされると推奨操作決定モデル M の再学習を行うようにすれば、プラント運転支援方法では、その後の上述したステップ S 0 では再学習後の推奨操作決定モデル M を取得するようになる。逆に、ステップ S 5 1 で、上記の条件が満たされる場合には再学習が不要となるので、ステップ S 5 2 を行うことなくフローを終了する。

40

【0081】

上記の構成によれば、再学習後の推奨操作決定モデル M を用いて決定される推奨操作 R の評価結果が所定のクライテリアを満たすように図ることができる。したがって、推奨操作 R の実行後におけるプラント 7 の運転状態が良好となるように、プラント 7 の運転を支援することができる。

50

【 0 0 8 2 】

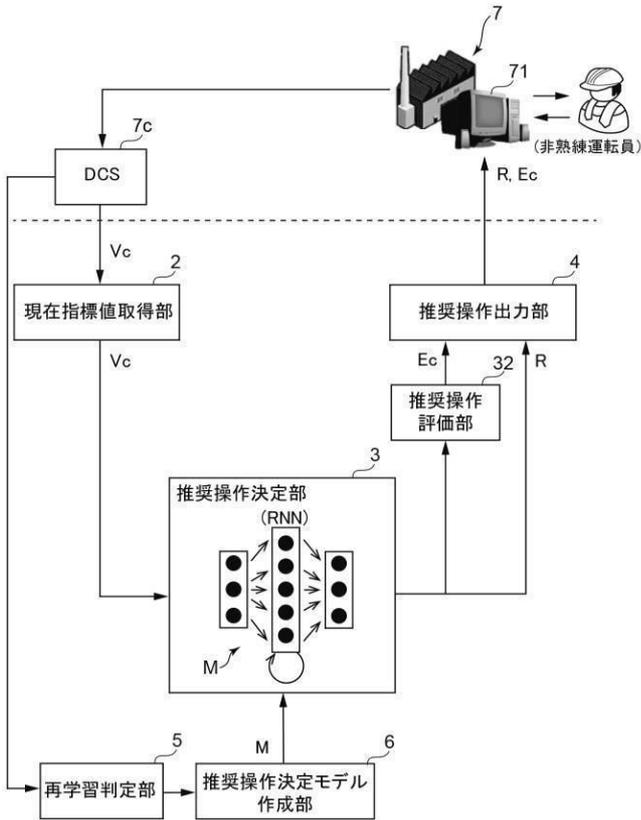
本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 3 】

| | | |
|-----|--------------|----|
| 1 | プラント運転支援装置 | |
| m | 記憶装置 | |
| 2 | 現在指標値取得部 | |
| 3 | 推奨操作決定部 | |
| 3 2 | 推奨操作評価部 | 10 |
| 4 | 推奨操作出力部 | |
| 5 | 再学習判定部 | |
| 6 | 推奨操作決定モデル作成部 | |
| 6 1 | 過去データ記憶部 | |
| 6 2 | 操作履歴データ記憶部 | |
| 6 3 | 教師データ抽出部 | |
| 6 4 | モデル作成部 | |
| 7 | プラント | |
| 7 c | 制御装置 | |
| 7 1 | 出力装置 | 20 |
| V | 指標値 | |
| V c | 現在指標値 | |
| V p | 過去指標値 | |
| M | 推奨操作決定モデル | |
| H | 操作履歴データ | |
| R | 推奨操作 | |
| H a | 過去データ | |
| O p | 過去操作 | |
| E p | 過去操作評価結果 | |
| E c | 推奨操作評価予測 | 30 |

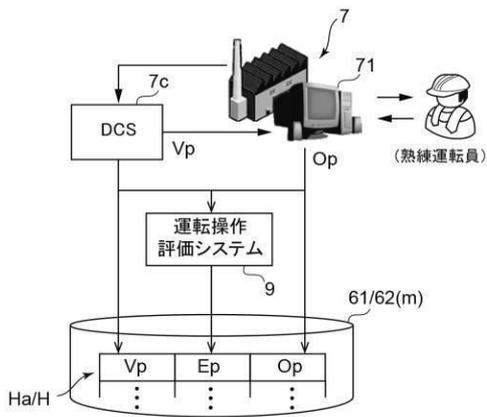
【 図 1 】



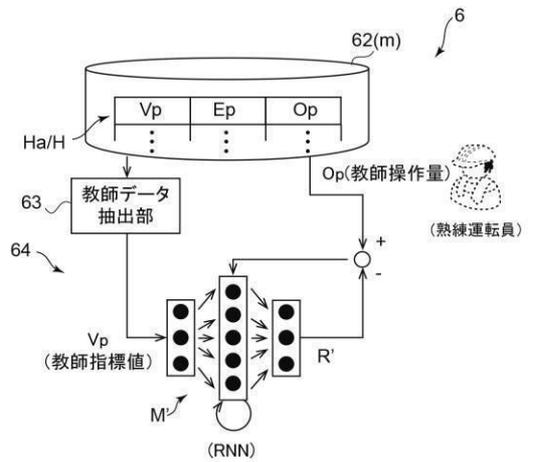
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

