明　細　書

発明の名称 ： 行動ベースド支援システム及びプログラム格納媒体

技術分野

[0001]　本発明は、環境の状況に応じて人の行動決定を援助したり、あるいは、人に代わって自動的に行動の決定又は実行をしたりするための行動ベースド支援システムに関し、例えば、人工知能を利用して支援を行うシステムに関する。

背景技術

[0002]　行動ベースド支援の一例として、化学プラントなどのプラントの運転員に対する運転操作の支援がある。

[0003]　プラントの運転を人工知能が自動的に支援する場面が増えることにより、運転員の負担が軽減する。

[0004]　関連する従来技術として、特許文献１に記載のプラント運転支援システムがある。

[0005]　このシステムは、プラントシステムで発生するプラントデータを入力して推論を行なうリアルタイム推論システムと、プラントデータを用いて作成された教師データを入力してリアルタイム推論システムを育成するＡＩ育成システムとを備える。ＡＩ育成システムは、推論結果に関する信頼性を評価し、信頼性の評価結果に応じて選択的に、運転員に教師データ作成への関与を要求するノウハウ評価部を有する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２０２３－１１１６２４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007]　運転操作の大失敗が許されないプラントにおいて、行動ベースド支援システムに望まれることは、可能な限り適切な運転操作の推奨を運転員に提供す

ることである。また、行動ベースド支援システムと運転員との間のコミュニケーションは、人と人との間の会話のごとく、運転員にとりできるだけ理解しやすいことが望まれる。

[0008] 上記のことは、プラント運転以外の他の様々な分野の行動支援にも当てはまる。そのような分野には、例えば、自動車のドライバーへの運転支援又は自動運転、工場の作業員やオフォスワーカーに対する行動や思考の支援などがあり得る。

[0009] 本発明の一つの目的は、人に対してより的確な支援を提供する行動ベースド支援システムを提供することにある。

[0010] 本発明の別の目的は、行動ベースド支援システムと人との間のコミュニケーションを人にとりより理解しやすくすることにある。

[0011] 本発明の他の目的は、以下の説明の中で明らかにされるであろう。

課題を解決するための手段

[0012] 一つの実施形態にかかる、環境の状況に応じて行動する人を支援するための行動ベースド支援システムは、自然言語を用いて前記人と対話型コミュニケーションを行う自然言語システムと、前記環境の状況を示す環境データを入力し、入力された前記環境データを用いて前記環境の将来の状況を示す将来予測を生成し、生成された前記将来予測を用いて推奨行動を生成する予測行動システムとを備える。

[0013] 前記自然言語システムが、前記予測行動システムから前記将来予測又は前記推奨行動を入力し、前記人との前記対話型コミュニケーションを解釈又は分析し、前記対話型コミュニケーションを解釈又は分析した結果に応じて、入力された前記将来予測又は前記推奨行動に基づいた前記自然言語で表現したメッセージを生成し、生成された前記メッセージを前記人に提供する。

[0014] 一つの実施形態にかかる行動ベースド支援システムは、コンピュータプログラムを記憶した記憶装置と、前記コンピュータプログラムを機械的に読み取り実行するプロセッサとを備える。前記プロセッサが前記コンピュータプログラムを実行することにより、自然言語を用いて前記人と対話型コミュニ

ケーションを行ない、前記環境の状況を示す環境データを入力し、入力された前記環境データを用いて前記環境の将来の状況を示す将来予測を生成し、生成された前記将来予測を用いて推奨行動を生成し、前記人との前記対話型コミュニケーションを解釈又は分析し、前記対話型コミュニケーションを解釈又は分析した結果に応じて、前記将来予測又は前記推奨行動に基づいた前記自然言語で表現したメッセージを生成し、生成された前記メッセージを前記人に提供する。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]一実施形態に係る行動ベースド運転支援システムのハード構成を例示する。

[図2]本実施形態に係る行動ベースド支援システムが適用された全体的なプラントシステムの構成と、プラント運転時に働くプラントシステムの機能とその動作を例示する。

[図3]同プラントシステムの構成と、過去運転の振り返りを行う時に働くプラントシステムの機能とその動作を例示する。

[図4]同プラントシステムの構成と、運転ノウハウの登録時に働くプラントシステムの機能とその動作を例示する。

[図5]本実施形態に係る行動ベースド支援システム内の予測行動システムに組み込まれた世界モデルの構成例を例示する。

[図6]本実施形態に係るプラント運転支援システム内の推奨行動生成部の構成例を例示する。

[図7]本実施形態に係るプラント運転支援システム内の因果ロジック学習部の構成例を例示する。

[図8]本実施形態に係るプラント運転支援システム内の因果分析ロジック部の構成例を例示する。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以下に説明する実施形態は請求の範囲に係る発明を限定するものではなく、また

実施形態の中で説明されている諸要素及びその組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0017] なお、実施例を説明する図において、同一の機能を有する箇所には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

[0018] 図１は、一つの実施形態に係る行動ベースド支援システムが適用される計算機システムの物理構成を示す。

[0019] 図１に示すように、計算機システム２００は、ネットワーク２４０に接続された複数（又は１）の物理計算機２０１を有する。

[0020] ネットワーク２４０は、１以上の通信ネットワークであり、例えば、ＦＣ（Fibre Channel）ネットワークとＩＰ（Internet Protocol）ネットワークとのうちの少なくとも１つを含んでよい。ネットワーク２４０は、計算機システム２００の外に存在してもよい。

[0021] 各物理計算機２０１は、例えば汎用計算機であり、物理コンピュータリソース３５０を有する。物理コンピュータリソース３５０は、通信インターフェース部２５１、記憶部２５２及びそれらに接続されたプロセッサ部２５３を含む。

[0022] 計算機システム２００は、例えば、ＸａａＳ（X as a Service）を提供するクラウドコンピューティングシステムでよい。なお、「ＸａａＳ」とは、一般には、システムの構築又は運用に必要な何らかのリソース（例えば、ハードウェア、回線、ソフトウェア実行環境、アプリケーションプログラム、開発環境など）をインターネットのようなネットワークを通じて利用できるようにしたサービスを意味する。ＸａａＳの「Ｘ」として採用される文字（又はワード）は、ＸａａＳのタイプ（サービスモデル）によって異なる。例えば、ＸａａＳの例として、ＰａａＳ（Platform as a Service）、ＳａａＳ（Software as a Service）、ＩａａＳ（Infrastructure as a Service）又はＨａａＳ（Hardware as a Service）がある。

[0023] 一実施形態に係る行動ベースド支援システムは、計算機システム２００の１以上の物理計算機２０１にてプロセッサ部２５３が、記憶部２５２に記憶

されたコンピュータプログラムを実行することによって、実現され得る。

[0024] 以下では、一例として、化学プラントなどのプラントの運転の支援に適用された一実施形態に係る行動ベースド支援システムに関して説明する。図２、図３及び図４は、本実施形態に係る行動ベースド支援システムと、その周辺の関連システムを含む全体的なプラントシステムの構成と機能の例を示す。

[0025] 図２、図３及び図４に示すように、プラントシステム３００は、プラント１と、運転員３と、分散型制御システム（Distributed Control System）（以下、「ＤＣＳ」という）５とを含む。プラントシステム３００は、さらに、１以上のユーザインタフェース／ユーザエクスペリエンスシステム（以下、「ＵＩＳ」という）７、及び、データマネジメントシステム（Data Management System）（以下、「ＤＭＳ」という）９を含む。プラントシステム３００は、またさらに、一実施形態に係る行動ベースド支援システム(Action－Based Support System)（以下、「ＡＢＳＳ」という）１１を含む。

[0026] 一つのプラント１に対して、他の種類のコンポーネント３、５、７、９、及び１１がそれぞれ複数存在してよい。しかし、説明の都合から、以下では、各コンポーネント種類について、１つのコンポーネントに着目して、その動作及び機能を説明する。その説明から、各コンポーネント種類について複数のコンポーネントが存在する場合に関しても、当業者は容易に理解するはずである。

[0027] 図２は、プラント１の運転時におけるプラントシステム３００の動作と機能を示す。

[0028] 図２に示すように、運転員３が操作指示２３をＵＩＳ７に入力すると（ステップ２１）、その操作指示２３がＤＣＳ５に受信される。ＤＣＳ５が、その操作指示２３に応じてプラント１を制御する（ステップ２５）。プラント１が、その制御２７に従って作動する（ステップ２９）。

[0029] プラント１の多数の箇所に、それぞれの箇所の種々の状態（温度、圧力、流量などの動作状態、及び、材料や生成物の品質、など）をセンスする多数

のセンサが設けられる。それらセンサがそれぞれの箇所の状態をセンスして、その箇所と状態値を示すセンサデータを出力する（ステップ３１）。ＤＣＳ５は、それらセンサデータを受信する（ステップ３５）。ＤＣＳ５は、また、プラント１から受信されたセンサデータ３３を監視して異常が無いかをチェックし、異常が検出された場合は、その旨をＵＩＳ７を通じて運転員３に通知する（ステップ３７）。ＤＣＳ５は、上記の受信された操作指示、受信されたセンサデータ、及び、検出された異常データを、リアルタイムで出力する。以下、ＤＣＳ５から出力される操作指示、センサデータ、及び、異常データを、「プラントデータ」と総称する。ＤＭＳ９が、ＤＣＳ５からプラントデータ３９を受信して、受信したプラントデータ３９をプラントデータログベース４１に保存する。

[0030] ＤＭＳ９は、また、運転報告ログベース４３及び運転ノウハウベース４５も有する。運転報告ログベース４３には、運転員３が作成した運転報告（例えば、運転日報、引き継ぎメッセージなど）が運転報告ログとして保存される。運転報告ログベース４３には、上記の運転報告ログの他に、プラント１の運転に関連する各種の文書（例えば、運転基準書、運転手順書、運転ルール書など）も保存される。運転ノウハウベース４５には、運転員３が作成した各種の運転ノウハウが保存される。

[0031] プラント１の運転時には、上記したような基本的な処理が行われるだけでなく、ＡＢＳＳ１１による運転支援もさらに行われる。ＡＢＳＳ１１の構成と機能について以下に説明する。

[0032] 図２に示すように、ＡＢＳＳ１１は、プラントシステム３００の他のコンポーネント、例えば、ＤＣＳ５、ＤＭＳ９、ＵＩＳ７などと通信可能であり、それら他のコンポーネントとのコミュニケーションを利用して運転員３に各種の支援サービスを提供する。ＡＢＳＳ１１は、自然言語システム（Natural Language System）（以下、「ＮＬＳ」という）１３と、予測行動システム（Predictive Action System）（以下、「ＰＡＳ」という）１５を有する。

[0033] 以下では、ＮＬＳ１３とＰＡＳ１５の２つのシステムが、ＡＢＳＳ１１にそのサブシステムとして含まれることとして説明するが、これは便宜的な説明例にすぎない。ＮＬＳ１３とＰＡＳ１５だけでなく、ＤＣＳ５，ＤＭＳ９、及び、ＵＩＳ７の全部又は一部も、ＡＢＳＳ１１のサブシステムであると理解してもよい。

[0034] ＡＢＳＳ１１のＮＬＳ１３は、人間（運転員３）が日常的に使い且つ理解できる自然言語を用いたメッセージを解釈、分析、及び、生成する機能を有する。ここで、自然言語には、人間が日常的に使う文字、文又は文章だけでなく、図、表、絵のように人間が日常的に使い且つ理解できる他の表現法も含まれてよい。

[0035] ＮＬＳ１３は、自然言語のメッセージを入力し、それを解釈又は分析し、その解釈又は分析の結果に応じて、人工言語（例えば、ＤＣＳ５、ＤＭＳ９、及び／又はＰＡＳ１５等の機械が使う言語）で表現された新しいメッセージ、及び／又は、自然言語で表現された新しいメッセージを生成し出力ことができる。また、ＮＬＳ１３は、人工言語のメッセージを入力し、それを解釈又は分析し、その解釈又は分析の結果に応じて、自然言語の新たなメッセージを作成して出力することもできる。こうした自然言語処理機能を実現するために、ＮＬＳ１３は、例えばＧＰＴ（Generative Pre-trained Transformer）のような、大規模言語モデル（Large Language Model）（以下、「ＬＬＭ」という）と呼ばれるタイプの深層ニューラスネットワークを有することができる。

[0036] ＮＬＳ１３は、プラントシステム３００のコンポーネント、例えば、ＰＡＳ１５，ＤＭＳ９、及び、ＵＩＳ７などと通信可能である。

[0037] ＡＢＳＳ１１のＰＡＳ１５は、運転員３にとって有用なプラント１の将来の運転に関わる情報を生成する役目をもつ。ＰＡＳ１５は、プラント１の将来の挙動と状態を予測する機能と、予測された将来の挙動と状態に基づいて、運転員３が行うことが推奨される行動（とりわけ、プラント１へ与えることが推奨される操作指令）を生成する機能とを有する。この予測行動機能を

実現するために、ＰＡＳ１５は、例えば、世界モデル（World Model）（以下、「WM」という）と呼ばれるタイプの深層ニューラスネットワークを有することができる。

[0038] ＰＡＳ１５は、プラントシステム３００のコンポーネント、例えば、ＮＬＳ１３，ＤＣＳ５、ＤＭＳ９、及び、ＵＩＳ７などと通信可能である。

[0039] プラント１の運転時、ＡＢＳＳ１１は以下のような処理を行うことができる。

[0040] 図２に示すように、ＡＢＳＳ１１のＰＡＳ１５が、ＤＣＳ５から出力されるプラントデータをリアルタイムで受信し、そして、受信されたプラントデータを用いて、プラント１の挙動や状態の将来予測５３を生成し出力する（ステップ５１）。ＰＡＳ１５は、さらに、生成された将来予測５３に基づいて、推奨操作（今後にプラント１に提供されるよう推奨される操作指示）５７を生成して出力する。

[0041] ＮＬＳ１３が、ＰＡＳ１５から出力された将来予測５３と推奨操作５７を入力する。ＮＬＳ１３は、入力された将来予測５３と推奨操作５７をそれぞれ用いて、将来予測５３と推奨操作５７を、運転員３にとりより理解しやすく又はより利用しやすい形式の自然言語で表現した、説明的なメッセージ、つまり将来予測メッセージ６１と推奨操作メッセージ６３、を作成する（ステップ５９）。そして、ＮＬＳ１３は、作成したそれら説明的なメッセージ６１と６３を、それぞれＵＩＳ７に表示することで、運転員３に伝える。

[0042] ＮＬＳ１３は、上記のメッセージ６１と６３の各々を作成する際、入力された将来予測５３と推奨操作５７の各々に関連するデータ（例えば、プラントデータログ、運転報告ログ、運転基準、運転ルール、又は、運転ノウハウ、など）を、プラントデータログベース４１、運転報告ログベース４３、及び／又は、運転ノウハウベース４５から検索することができる。そして、ＮＬＳ１３は、検索された関連データを将来予測５３又は推奨操作５７に加えたり、あるいは、それらのデータを編集したりすることで、説明的な将来予測メッセージ６１と推奨操作メッセージ６３を作成することができる。さら

に、ＮＬＳ１３は、運転員３と自然言語を用いた対話型のコミュニケーションを行い、その対話型のコミュニケーションを解釈又は分析する。そして、ＮＬＳ１３は、その解釈又は分析の結果に応じて、どんな種類の関連データが運転員３が欲しがっているか、及び／又は、どんな形式（例えば、テキスト、表、図、式、又は、それら組み合わせ、など）でメッセージ６１、６３を表現することが適切か、を判断して、その判断に従ってメッセージ６１、６３を作成することができる。

[0043] 運転員３は、プラント１の適切な運転のための参考又は援助の情報として、上記のメッセージ６１と６３を利用することができる（ステップ６５、６７）。

[0044] さらに、運転員３は、ＵＩＳ７に、任意の追加情報の問い合わせを、自然言語の自由文で入力することができ（ステップ７１）、その問い合わせメッセージ７３はＵＩＳ７を通じてＡＢＳＳ１１のＮＬＳ１３に受信される。問い合わせメッセージ７３は、例えば「“ｘｘ”という操作をしたら、将来予測はどのようになるか？」のように、指定された操作をもし行ったならば引き起こされるであろう結果が何かを問うものであってよい。あるいは、問い合わせメッセージ７３は、例えば「モノメチルアミンの生産量を“ｘｘ”にするには、“ｙｙ”の温度を何度に設定したらいいか？」のように、指定された結果を得るために行うべき操作が何かを問うものであってもよい。問い合わせメッセージ７３の具体的な内容は、運転員３が自由に決めることができる。

[0045] ＡＢＳＳ１１のＮＬＳ１３は、受信された問い合わせメッセージ７３を解釈し又は分析し、それにより、運転員３からの問い合わせに答えるために行うべき処理方法を決定する（ステップ７５）。その処理方法として、以下のような幾つかの方法例があり得る。

[0046] ［第１の方法］

この方法は、例えば、上記した例「“ｘｘ”という操作をしたら、将来予測はどのようになるか？」のように、指定された操作指示をもし行ったなら

ば引き起こされるであろう結果が何かを問われた場合に、適用できる。この方法は、ＮＬＳ１３が、ＰＡＳ１５に対して、将来予測で用いられるプラントデータ３９の一部を変更するよう指示７７を与える。そして、ＰＡＳ１５が、その変更されたプラントデータを用いて、仮の将来予測を行なう（ステップ７９）。

[0047] 例えば、ＤＣＳ５からＰＡＳ１５に入力される実際のプラントデータ３９の内の該当する操作指示のパラメータ値（例えば、プラント１内の特定個所の温度又は圧力などの設定値）だけを、問い合わせメッセージ７３により指定された操作指示のパラメータ値に変更する。ＰＡＳ１５は、その変更された操作指示と、実際のプラントデータ３９中のその他のデータとを合わせたものを、仮のプラントデータとして用いて、問われた結果を示す仮の将来予測８１を生成する（ステップ７９）。ＮＬＳ１３が、生成された仮の将来予測８１を受信し、その仮の将来予測８１を用いて、問い合わせメッセージ７３に対する回答メッセージ８９を生成する（ステップ８７）。運転員３は、回答メッセージ８９をＵＩＳ７を介して受け取り、これを参考情報として利用できる。

[0048] ［第２の方法］

この方法は、例えば、上記した例「モノメチルアミンの生産量を“ｘｘ”にするには、“ｙｙ”の温度を何度に設定したらいいか？」のように、指定された結果を得るために行うべき操作が何かを問われた場合に、適用できる。この方法は、ＮＬＳ１３が、例えば、ＤＭＳ９のデータベース４１、４３、４５で管理されている各種のデータ（例えば、プラントデータログ、運転報告ログ、又は運転ノウハウ、などを）の少なくとも一部を分析して、問い合わせメッセージ７３で指定された結果に影響を与える可能性の高い（つまり、指定結果との相関関係が高い）１種類以上の操作指示を選定する。そして、ＮＬＳ１３が、ＰＡＳ１５に対して、その選定された操作指示のパラメータ値を種々の値に変更しながら、仮の将来予測を行うよう指示７７を与える。

[0049] この指示７７に従って、ＰＡＳ１５が、ＤＣＳ５から入力される実際のプラントデータ３９の内の選定された操作指示のパラメータ値だけを、例えば試行錯誤的なやり方で、種々の値に変更し、変更されたパラメータ値毎に、仮の将来予測８１を生成する（ステップ７９）。さらに、ＰＡＳ１５は、上記変更されたパラメータ値毎に、仮の将来予測８１を用いて、仮の推奨操作８５を生成する（ステップ８３）。

[0050] ＮＬＳ１３が、ＰＡＳ１５から、種々の変更パラメータ値にそれぞれ対応する仮の将来予測８１と仮の推奨操作８５を受信する。そして、ＮＬＳ１３は、受信した種々の仮の将来予測８１の中から、問い合わせメッセージ７３により指定された結果に最も近いものを選び、その選ばれた仮の将来予測８１に対応する仮の推奨操作８５を選択する。ＮＬＳ１３が、上記の選択した仮の将来予測８１と仮の推奨操作８５を用いて、問い合わせメッセージ７３に対する回答メッセージ８９を生成する（ステップ８７）。運転員３は、回答メッセージ８９をＵＩＳ７を介して受け取り、これを参考情報として利用できる。

[0051] ［第３の方法］

この方法も、上記第２の方法と同様に、指定された結果を得るために行うべき操作が何かを問われた場合に、適用できる。この方法は、上述の第１と第２の方法の変形された組み合わせである。ＮＬＳ１３が、例えば、ＤＭＳ９のデータベース４１、４３、４５で管理されている各種のデータ（例えば、プラントデータログ、運転報告ログ、又は運転ノウハウ、などを）の少なくとも一部を分析して、問い合わせメッセージ７３で指定された結果を得るために効果的な１種類以上の操作指示の１種類上のパラメータ値を特定する。そして、ＮＬＳ１３が、ＰＡＳ１５に対して、プラントデータ３９の該当部分を、その特定された操作指示のパラメータ値に変更して、変更されたプラントデータ３９を仮のプラントデータとして用いて、仮の将来予測を行うよう指示７７を与える。以後のプロセスは、第１の方法と同様である。加えて、第２の方法のように、操作指示のパラメータ値を複数地に変更しながら

、それぞれのパラメータ値について仮の将来予測が生成される。そして、それら異なるパラメータ値に対応した複数の仮の将来予測に基づいて、指定結果に最も近い仮の将来予測に対応する仮の推奨操作が選定される。

[0052] 上述した第１から第３の方法のいずれを用いる場合でも、ＮＬＳ１３は、回答メッセージを作成するステップ８７において、前述したステップ５９と同様に、運転員３と対話型のコミュニケーションを行い、そのコミュニケーションを解釈又は分析する。そして、ＮＬＳ１３は、その解釈又は分析に結果に応じて、運転員３の要望にできるだけ良く満たすように、仮の将来予測８１又は仮の推奨操作８５に関連するデータをＤＭＳ９のデータベース４１、４３、又は４５から読み込んで、その関連データを含んだ説明的な回答メッセージ８９を生成することができる。

[0053] 図３は、過去のプラント運転の振り返り、及び、ＡＢＳＳ１１の再学習のための、プラントシステム３００の動作と機能を示す。

[0054] 図３に示すように、運転員３がＵＩＳ７を用いて、運転報告（例えば運転日報）１０３を作成すると（ステップ１０１）、その運転報告１０３がＤＭＳ９により、運転報告ログベース４３に登録される。運転員３が任意の条件（例えば、時期、プラント内の場所、取ログの種類など）に合致する運転ログの要求１０７をＵＩＳ７に入れると（ステップ１０５）、ＡＢＳＳ１１のＮＬＳ１３が、プラントデータログベース４１及び／又は運転報告ログベース４３から、上記条件に合致するプラントデータログ及び／又は運転報告ログを読み込み、それらのログデータを解釈又は分析して、その解釈又は分析の結果を、自然言語の自由文やグラフなどを用いて表現した運転ログメッセージ１１１を生成する（ステップ１０９）。このステップ１０９において、ＮＬＳ１３は、図２に示したステップ５９と同様に、運転員３と対話型のコミュニケーションを行い、その対話型のコミュニケーションを解釈又は分析することで、その解釈又は分析の結果に応じて（つまり、運転員３の要望にできるだけ良く満たすように）、要求された運転ログに関連するデータをＤＭＳ９のデータベース４１、４３、又は４５から選択し読み込んで、その関

連データを含んだ説明的な運転ログメッセージ１１１を生成することができる。

[0055] 運転ログメッセージ１１１は、ＵＩＳ７を通じて運転員３に提示される。運転員３は、運転ログメッセージ１１１を参考にして、過去の運転の振り返りと討論を行うことができる（ステップ１１３）。

[0056] 運転員３が、例えば上記した過去の運転の振り返り又は討議の内容（以下、運転レビューという）１１７を自由文で作成しＵＩＳ７に入力すると、ＡＢＳＳ１１のＮＬＳ１３が、その自由文の入力内容１１７を解釈又は分析して、ＰＡＳ１５の再学習に利用できる形式の学習データ（例えば、ＰＡＳ１５の教師付学習のための教師データ）１２１を生成する（ステップ１１９）。その際、ＮＬＳ１３は、運転員３に提示された運転ログメッセージ１１１又は運転員３から入力された運転レビュー１１７に関連するデータを、ＤＭＳ９のデータベース４１、４３、又は４５から読み込んで、運転レビュー１１７とその関連データとを利用して、効果的な学習データ１２１を生成することができる。入力された運転レビュー１１７が、例えば、「日時“ｘｘ”の時の対象物“ｙｙ”の温度を“ｗｗ”度に設定した運転操作は、“ｖｖ”分早すぎた」であった場合、ＮＬＳ１３は、この運転レビューに加えて、例えば、日時“ｘｘ”の前後の或る時間帯のプラントデータの推移、その対象物“ｙｙ”の温度操作に関する運転基準、運転ルール、及び／又は運転ノウハウなどを用いて、プラントデータが同様に推移した場合に対象物“ｙｙ”の温度をどのタイミングでどのように操作するかを、ＰＡＳ１５が学習するための学習データを作成する。

[0057] 作成された学習データ１２１は、学習データベース１２３に保存され蓄積される。ＰＡＳ１５は、学習データ１２１を用いて、将来予測方法及び／又は推奨操作生成方法について再学習を行う（ステップ１２５）。この再学習は、学習データベース１２３内の未学習の学習データの量、又は、前回の再学習時からの経過期間等に応じたタイミングで、自動的にオンラインで行われてよい。また、その再学習は、エンジニアによる手作業で、適時に行われ

てもよい。後者の再学習の時、併せて、ＰＡＳ１５のコンピュータプログラムのロジック及び／又は学習方法などの改善や調整も、エンジニアの手により行われてよい。

[0058] 図４は、運転ノウハウの登録のためのプラントシステム３００の動作と機能を示す。

[0059] 図４に示すように、運転員３は、例えば前述した運転の振り返りと討議（ステップ１１３）の結果に基づき、ＵＩＳ７を用いて、運転ノウハウ（特定の状況下において行うべき特定の運転操作を示したガイド又は指針）を表したノウハウメッセージ１３３を、自然言語を用いた自由文で作成することができる。ＡＢＳＳ１１のＮＬＳ１３が、作成された自由文のノウハウメッセージ１３３を解釈又は分析し、その解釈又は分析の結果に基づいて、データベース登録用の所定データ形式をもつ運転ノウハウを生成し、その運転ノウハウを運転ノウハウベース４５に登録する。

[0060] ＡＢＳＳ１１のＮＬＳ１３が、ＤＣＳ５から出力されるプラントデータ３９を、リアルタイムで受信する。あるいは、ＮＬＳ１３は、プラントデータログベース４１から、過去のプラントデータ３９を取得する。そして、ＮＬＳ１３は、入手したプラントデータに含まれる運転条件にマッチする運転ノウハウを、運転ノウハウベース４５から検索する。さらに、ＮＬＳ１３は、検索された運転ノウハウに関連するデータを、データベース４１、４３又は４５から検索する。そして、ＮＬＳ１３は、検索された運転ノウハウと関連データとを用いて、運転ノウハウを関連データとともに自然言語で分かりやすく表現した説明的な運転ガイド１３９を生成する（ステップ１３７）。その際、ＮＬＳ１３は、図２に示したステップ５９と同様に、運転員３と対話型のコミュニケーションを行い、その対話型のコミュニケーションを解釈又は分析し、その解釈又は分析の結果に応じて（つまり、運転員３の要望にできるだけ良く満たすように）、運転員３が望む関連データをＤＭＳ９のデータベース４１、４３、又は４５から選定して読み込んで、その関連データを含んだ説明的な運転ガイド１３９を生成することができる。

[0061] ＮＬＳ１３により生成された運転ガイド１３９は、ＵＩＳ７を通じて運転員３に提示され、運転員３はこれを参考情報として利用できる（ステップ１４１）。

[0062] 運転員３は、また、任意の運転条件にマッチする運転ガイドの要求１４５をＵＩＳ７に入力することができる（ステップ１４３）。この場合にも、ＮＬＳ１３は、その要求１４５により指定された条件にマッチする運転ノウハウと、その運転ノウハウに関連するデータを、データベース４１、４３、又は４５から読み込み、上記したと同様のやり方で運転ガイド１３９を生成し、そして、運転ガイド１３９をＵＩＳ７を通じて運転に提供する（ステップ１３７）。

[0063] 図５は、本実施形態に係るＡＢＳＳ１１のＰＡＳ１５の構成例を示す。

[0064] ＰＡＳ１５は、世界モデルを有し、その世界モデルは、プラント１のダイナミクス（動きや変化の仕方）を学習し、その知識を利用してプラント１の将来の挙動や状態を予測し、その予測を用いて運転員３によるプラント１への操作を計画できるように構成される。例えば図５に示すように、ＰＡＳ１５は、エンコーダ１５１、プレディクタ１５３、及び、コントローラ１５５を有する。ＰＡＳ１５は、さらに、デコーダ１５７を有してよい。

[0065] エンコーダ１５１は、高次元のベクトルであるプラントデータ３９をリアルタイムで入力して、これを、プラント１の挙動や状態に関する重要度の高い情報を含んだ、低次元の潜在的ベクトル１６１にエンコードする。エンコーダ１５１は、例えば、変分オートエンコーダ（Variational Autoencoder/VAE）を用いて構成することができる。

[0066] プレディクタ１５３は、エンコーダ１５１から潜在的ベクトル１６１を入力し、入力された潜在的ベクトル１６１の履歴に基づいて、或る近い将来時点における潜在的ベクトル１６１の将来像（以下、将来ベクトルという）１６３を予測する。将来ベクトル１６３がプレディクタ１５３にフィードバックされ、プレディクタ１５３は、フィードバックされた将来ベクトル１６３も利用して、より遠い将来時点の将来ベクトル１６３を予測する。プレディ

クタ１５３は、例えば、混合密度ネットワーク（Mixture Density Network(MDN)）出力層を備えたリカレントニューラルネットワーク（RNN)を用いて構成することができる。

[0067] プレディクタ１５３から出力された将来ベクトル１６３は、プラント１の将来状況を示す将来予測５３として利用されてよい。あるいは、デコーダ１５７が将来ベクトル１６３を、プラントデータ３９と同様の高次元のベクトルにデコードし、そのデコードされた高次元のベクトルが将来予測５３として利用されてもよい。デコーダ１５７は、例えば、エンコーダ１５１と同様に変分オートエンコーダ（Variational Autoencoder/VAE）を用いて構成することができる。

[0068] コントローラ１５５は、エンコーダ１５１とプレディクタ１５３からの出力ベクトル１６１及び１６３を入力し、出力ベクトル１６１及び１６３を用いて、プラント１に対する推奨操作５７を生成する。

[0069] ＰＡＳ１５から出力される将来予測５３と推奨操作５７は、図２中のステップ５９に関し説明したようにして、ＮＬＳ１３により、自然言語で表現された説明的なメッセージ６１、６３に変換されて、運転員３に提供される。運転員３は、その将来予測５３と推奨操作５７を参考にして、実際の操作指示２３を決定してプラント１に適用することができる。

[0070] また、図２中のステップ７５に関して説明した変更指示７７は、図５においてエンコーダ１５１に入力されるプラントデータ３９の該当する部分を、上述した第１から第３のいずれかの方法で変更することにより、実行することできる。その結果、プレディクタ１５３又はデコーダ１５７が、仮の将来予測８１を生成し、コントローラ１５５が仮の推奨操作８５を生成する。仮の将来予測５３と仮の推奨操作５７は、図２中のステップ８７に関し説明したようにして、ＮＬＳ１３により、自然言語で表現された説明的なメッセージ８９に変換されて、運転員３に提供される。

[0071] 図５に示すように、運転員３による実際の操作指示２３の結果、プラント１の実際の状況を示すプラントデータ３９がエンコーダ１５１に入力される

。ＰＡＳ１５は、エンコーダ１５１に入力されるプラントデータ３９を経験として利用することで、自動的に強化学習を行うことができる。

[0072] また、図５に示すように（かつ、図３のステップ１１９に関して説明したように）、運転員３からの運転レビュー１１７に基づいて、ＮＬＳ１３が学習データ１２１を生成し、そして、その学習データを利用してＰＡＳ１５の再学習を行なうことができる。

[0073] 以上、図２から図５を参照して説明した一実施形態においては、ＡＢＳＳ１１がＮＬＳ１３とＰＡＳ１５を有する。ＰＡＳ１５は、プラント１とＮＬＳ１３との間に介在する。ＰＡＳ１５は、プラント１から出力されるプラントデータ３９を入力し、入力されたプラントデータ３９を用いて、プラント１の挙動と状態の将来予測を生成し、そして、その将来予測を利用して、プラント１に対する推奨操作を生成する。

[0074] また、ＮＬＳ１３は、運転員３（ＵＩＳ７）とＰＡＳ１５とＤＭＳ９（データベース４１、４３、４５）と間に介在する。そして、ＮＬＳ１３は、ＰＡＳ１５から将来予測又は推奨操作を受け取り、その将来予測又は推奨操作を自然言語で表現されたメッセージに変換して、ＵＩＳ７を通じて、運転員３に提供できる。その際、ＮＬＳ１３は、運転員３と対話しながら、将来予測又は推奨操作にそれぞれ関連するデータをＤＭＳ９から入手し、入手した関連データを用いて、運転員３に提供されることになるメッセージの内容を、より説明的又は具体的にすることができる。

[0075] また、ＮＬＳ１３は、運転員３により作成された自然言語の自由文のメッセージを受け取り、受け取ったメッセージを解釈又は分析し、その解釈又は分析の結果に基づいて、運転員３から要望されたデータをデータベース４１，４３又は４５から検索する、及び／又は、ＰＡＳ１５に指示して、運転員３から要望された将来予測又は推奨操作を生成してＮＬＳ１３に返信させることができる。そして、ＮＬＳ１３は、検索されたデータ、及び／又は、返信された将来予測又は推奨操作を、自然言語で表現されたメッセージに変換して、ＵＩＳ７を通じて、運転員３に提供できる。その際にも、ＮＬＳ１３

は、運転員３と対話しながら、関連データをＤＭＳ９から入手し、その関連データを用いて、運転員３に提供されることになるメッセージの内容を、より説明的又は具体的にすることができる。

[0076] 従って、ＡＢＳＳ１１は、プラントの運転員に対して有用で的確な支援を提供することができ、かつ、運転員に対して親切で理解しやすいコミュニケーションを提供することができる。

[0077] 図６は、ＰＡＳ１５による将来予測５３に基づく推奨操作５７の生成についてより詳細に説明するための図である。図６に示す推奨行動生成部４００は、因果ロジック部３０１と、操作履歴ＤＢ３０２と、因果ロジック学習部３０３とを有する。

[0078] 因果ロジック部３０１には、ＰＡＳ１５内の世界モデル１５８からプラントデータ３９に基づくプラント１の挙動や状態の将来予測５３が入力される。また、因果ロジック部３０１は、将来予測５３と将来予測５３に基づく推奨操作５７との関係を示すロジック９６を保持する。因果ロジック部３０１は、将来予測５３及びロジック９６を用いて、推奨操作５７を生成する。

[0079] 因果ロジック部３０１は、将来予測５３と推奨操作５７とを含む推奨情報９１をＵＩＳ７に出力し、将来予測５３と推奨操作５７を行うことで実現されるべきプラント１の挙動や状態である理想状態９７（図７参照）とを含む予測情報９２を操作履歴ＤＢ３０２に出力する。

[0080] ＵＩＳ７は、因果ロジック部３０１からの推奨情報９１を表示することで、運転員３に提供する。このとき、推奨情報９１は、ＮＬＳ１３にて運転員３にとってより理解しやすく又はより利用しやすい形式の自然言語で表した説明的な推奨メッセージ（将来予測メッセージ６１及び推奨操作メッセージ６３など）に変換されてから表示されてもよい。

[0081] 推奨情報９１の提供を受けた運転員３は、推奨情報９１を参考にして実際の操作指示２３を決定しＵＩＳ７に入力する。ＵＩＳ７は、入力された操作指示２３をＤＣＳ５に出力し、ＤＣＳ５が操作指示２３に応じたプラント１の制御２７を行う。また、ＵＩＳ７は、入力された操作指示２３を示す実操

作９３を操作履歴ＤＢ３０２に出力する。

[0082] 操作履歴ＤＢ３０２は、因果ロジック部３０１から予測情報９２を受信し、ＵＩＳ７から実操作９３を受信し、ＤＣＳ５から操作指示２３に基づく制御２７が行われた後のプラントデータ３９を、実操作９３によって実際に実現されたプラント１の挙動や状態を示す実状態９４として受信する。

[0083] 操作履歴ＤＢ３０２は、予測情報９２、実操作９３及び実状態９４に基づいて、実操作９３に関連する履歴である操作履歴９５を格納する。操作履歴９５は、例えば、将来予測５３ごとに、実操作９３、実状態９４及び理想状態９７などを示す。

[0084] 因果ロジック学習部３０３は、操作履歴ＤＢ３０２から操作履歴９５を取得し、その操作履歴９５に基づいて、因果ロジック部３０１のロジック９６を更新する。ロジック９６を更新するタイミングは、特に限定されない。例えば、ロジック９６の更新は、一定期間ごとに行われてもよいし、操作指示２３が入力されるたびに行われてもよいし、運転員３などからの指示があった場合に行われてもよい。

[0085] 図７は、因果ロジック学習部３０３の詳細な構成を示す図である。図７に示す因果ロジック学習部３０３は、クラスタリング部３３１と、優先度付け部３３２とを有する。

[0086] クラスタリング部３３１は、操作履歴９５に含まれる実操作９３のそれぞれを、操作履歴９５に含まれる将来予測５３及び理想状態９７の組が互いに類似する複数の類似グループにクラスタリングし、そのクラスタリング結果９８を出力する。クラスタリングを行う手法（アルゴリズム）は、特に限定されない。

[0087] 優先度付け部３３２は、操作履歴９５及びクラスタリング結果９８に基づいて、類似グループごとに、類似グループに含まれる将来予測５３及び理想状態９７の組み合わせに対応する１以上の実操作９３のそれぞれに優先度を付与する。具体的には、優先度付け部３３２は、実操作９３にて示される操作指示２３が入力された後の実状態９４に基づいて、実操作９３を評価し、

その評価結果に基づいて、各実操作９３に優先度を付与する。例えば、優先度付け部３３２は、理想状態９７と実状態９４との差（理想状態９７及び実状態９４のそれぞれを示すセンサデータの値の差）を評価結果として算出し、評価結果が高いほど（理想状態９７と実状態９４との差が小さいほど）、優先度が高くなるように各実操作９３に優先度を付与する。なお、評価値は、優先度付け部３３２にて算出される代わりに、予め算出されて操作履歴ＤＢ３０２に格納されていてもよい。

[0088] 優先度付け部３３２は、類似グループごとに、最も優先度が高い実操作９３を推奨操作情報とする。また、優先度付け部３３２は、類似グループごとに、その類似グループ内の将来予測５３及び理想状態９７の組み合わせの代表値と推奨操作情報とをロジック９６として因果ロジック部３０１に出力することで、因果ロジック部３０１に保持されているロジック９６を更新する。

[0089] 図８は、因果ロジック部３０１の詳細な構成を示す図である。図８に示す因果ロジック部３０１は、ロジックＤＢ３１１と、原因入力部３１２と、原因ＤＢ３１３と、紐付け部３１４とを含む。

[0090] ロジックＤＢ３１１は、ロジック９６を保持し、因果ロジック部３０１から新たにロジック９６を受信すると、その新たなロジック９６で保持しているロジック９６を更新する。

[0091] 原因入力部３１２は、原因入力補助装置４０１に入力された入力データ９９に基づいて、プラント１の挙動や状態の将来予測５３が生じる原因に関する原因情報１００を生成して出力する。原因情報１００は、例えば、操作指示２３の入力が推奨される将来予測５３である操作推奨状態ごとに、操作推奨状態が生じる要因と、理想状態、操作推奨状態を理想状態に戻すために入力することが推奨される操作指示２３の候補である１以上の操作候補と、各操作候補を入力する理由との少なくとも１つを含む。

[0092] 原因入力補助装置４０１は、キーボードのようなテキストデータが入力されるヒューマンインターフェースデバイス（Human Interface Device）（以

下、「ＨＩＤ」という）でもよいし、スキャナのような画像読み取り装置などでもよい。例えば、原因入力補助装置４０１に原因情報１００を示すテキストデータが入力データ９９として直接入力された場合、その入力データ９９を原因情報１００としてもよいし、そのＡＩモデルなどを用いて入力データ９９が原因情報１００として適切な否かをチェックして、入力データ９９のうち適切なデータを原因情報１００としてもよい。また、原因入力補助装置４０１がプラント１に関する仕様書や過去に作成した操作日誌などを画像として読み込んだ場合、その画像内の文字を認識して原因情報１００として生成してもよい。

[0093] 原因ＤＢ３１３は、原因入力部８１２からの原因情報１００を格納する。

[0094] 紐付け部３１４は、ロジックＤＢ３１１内のロジック９６と原因ＤＢ３１３内の原因情報１００とを用いて、将来予測５３に基づく推奨操作５７を生成し、将来予測５３及び推奨操作５７を含む推奨情報９１をＬＬＭ３１５に出力する。

[0095] 例えば、紐付け部３１４は、将来予測５３が操作指示２３の入力が推奨される操作推奨状態を示すか否かを判断する。操作推奨状態は、例えば、センサデータが異常な値を示す状態であり、将来予測５３が操作推奨状態か否かを判断するための条件（センサデータに対する閾値など）は、例えば、原因情報１００に含まれていてもよいし、原因情報１００とは別に格納されていてもよい。

[0096] 将来予測５３が操作推奨状態の場合、紐付け部３１４は、将来予測５３と原因情報１００内の操作推奨状態とのパターンマッチングを行い、マッチする操作推奨状態に対応する理想状態を取得する。紐付け部３１４は、将来予測５３及び理想状態の組み合わせと、ロジック９６内のその組み合わせの代表値とのパターンマッチングを行い、マッチする代表値に対応する推奨操作を推奨操作５７とし、将来予測５３及び推奨操作５７を含む推奨情報９１をＬＬＭ３１５に出力する。

[0097] 推奨情報９１は、将来予測５３及び推奨操作５７の他にも様々な補足情報

を含むことができる。補足情報は、紐付け部３１４にて原因情報１００に基づいて生成される。補足情報は、例えば、将来予測５３とマッチした操作推奨状態が生じる要因と、その操作推奨状態対応する理想状態、操作推奨状態を理想状態に戻すための操作指示の候補である操作に入力することが推奨される操作候補、及び、操作候補を入力する理由との少なくとも１つなどである。操作候補は、推奨操作５７に対する次善案として使用される。

[0098] ＬＬＭ３１５は、紐付け部３１４からの推奨情報９１を推奨メッセージ７１Ｂに変換してＵＩＳ７に出力する。

[0099] 以上説明した推奨行動生成部４００の構成は単なる一例であって、これに限定されるものではない。例えば、操作履歴ＤＢ３０２、ロジックＤＢ３１１及び原因ＤＢ３１３などのＤＢは、ＤＭＳ９に保存されてもよい。

[0100] また、以上説明した推奨行動生成部４００では、因果ロジック部３０１が、生成した推奨操作５７を含む推奨情報９１をＵＩＳ７に出力し、その推奨情報９１を確認した運転員３が実際の操作指示２３を決定してＵＩＳ７に入力していた。しかしながら、因果ロジック部３０１にて生成された推奨操作５７がそのまま操作指示２３としてＤＣＳ５に入力されてもよい。この場合、人手を介さずに、将来予測５３に応じたプラント１に対する制御２７を自動的に行うことが可能になる。また、運転員３が推奨情報９１を確認して操作指示２３を決定するか、推奨操作５７を自動的に操作指示２３としてＤＣＳ５に入力するかは、運転員３が選択可能であってもよい。例えば、運転員３は、ロジック９６の学習が不十分の場合、運転員３が推奨情報９１を確認し、ロジック９６の学習が十分となり、推奨操作５７を自動的に操作指示２３として問題ない場合に、推奨操作５７を自動的に操作指示２３としてもよい。ロジック９６の学習が十分か否かは、運転員３が判断してもよいし、所定の条件（例えば、推奨操作５７と実操作９３とが所定回数以上連続して一致するなど）を満たすか否かにより判断されてもよい。

[0101] 以上、図６から図８を参照して説明した一実施形態においては、ＰＡＳ１５に含まれる因果ロジック部３０１は、プラント１の挙動と状態の将来予測

５３と推奨操作５７と関係を示すロジックをさらに用いて、推奨操作５７を生成する。また、因果ロジック部３０１は、運転員３によるプラント１に対する実操作に基づいてロジックを更新する。したがって、推奨操作５７を適切に生成することが可能となる。

[0102] 上述した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために構成を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限定されるものではない。また、各実施例の構成の一部について、他の構成に追加、削除、置換することが可能である。

[0103] 例えば、ＰＯＳＳ１１は、運転員３との情報のやり取りであるコミュニケーションを行うインターフェースシステムとして、ＮＬＳ１３を有していたが、インターフェースシステムはＮＬＳ１３に限らない。インターフェースシステムは、将来予測５３又は推奨操作５７に基づいたメッセージとして、上述した自然言語で表現したメッセージを提供する代わりに又は加えて、他のメッセージを提供してもよい。ここでメッセージとは、運転員３に対して提供する通知情報であり、運転員３が選択するための選択肢を示す情報や、選択結果を入力するためのボタンやチェックボックスのようなインターフェース部品などを含んでもよい。選択肢としては、例えば、推奨操作５７の実行の有無、操作指示２３の候補（推奨操作５７及びその候補操作）、ＰＯＳＳ１１に入力する問い合わせの種類や内容などが挙げられる。また、通知情報は、この例に限らず、例えば、運転員に対して親切で理解しやすい情報であればよい。また、ＰＯＳＳ１１に入力される問い合わせメッセージなども自然言語で表現されたメッセージに限らず、例えば、運転員３にて選択された選択肢を示す情報（メッセージ）などでもよい。

[0104] また、上述した実施形態は、プラントの運転者への支援を目的とした一つの例示にすぎない。本発明は、他の目的に適用されたさまざまな異なる態様で実施可能である。例えば、或る環境の状況に応じて行動する人を支援する目的に適用された本発明の一つの実施形態にかかる行動ベースド支援システムに関しては、図２から図５を参照した上述の説明において、「プラント」

と「ＤＣＳ」を合わせたものを「その環境」に読み替え、「運転員」を「その人」に読み替え、「プラントデータ」を「その環境の状況を示す環境データ」に読み替え、「操作」と「運転」を「行動」に読み替えることで、当業者は、その行動ベースド支援システムの構成と機能同動作を容易に理解可能である。

[0105] 上述したプラントの運転では、運転操作に大きな失敗が許されない。これに対して、実際の行動に多少の失敗や不適切があっても大きく問題視されない分野もありえる。そのような分野に適用される行動ベースド支援システムに関しては、行動ベースド支援システムが、人に代わって、生成した推奨行動を実行できてもよい。

[0106] また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部または全部を、例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い。また、本発明は、実施例の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードによっても実現できる。この場合、プログラムコードを記録した記憶媒体をコンピュータに提供し、そのコンピュータが備えるプロセッサが記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出す。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施例の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、及びそれを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。このようなプログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、ハードディスク、ＳＳＤ（Solid State Drive）、光ディスク、光磁気ディスク、ＣＤ－Ｒ、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ＲＯＭなどが用いられる。

[0107] また、上記実施形態に記載の機能を実現するプログラムコードは、例えば、アセンブラ、Ｃ／Ｃ＋＋、ｐｅｒｌ、Ｓｈｅｌｌ、ＰＨＰ、Ｊａｖａ（登録商標）、Ｐｙｔｈｏｎ等の広範囲のプログラムまたはスクリプト言語で実装できる。

[0108] さらに、上記実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコード

のすべてまたは一部は、予め計算機の記憶資源に格納されていてもよいし、必要に応じて、ネットワークに接続された他の装置の非一時的記憶装置から、または計算機が備える図略の外部Ｉ／Ｆを介して、非一時的な記憶媒体から、計算機の記憶資源に格納されてもよい。

[0109] さらに、上記実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを、ネットワークを介して配信することによって、それをコンピュータのハードディスクやメモリ等の記憶手段またはＣＤ－ＲＷ、ＣＤ－Ｒ等の記憶媒体に格納し、コンピュータが備えるプロセッサが当該記憶手段や当該記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出して実行するようにしてもよい。

符号の説明

[0110] １：プラント、３：運転員、５…ＤＣＳ（分散型制御システム）、７：ＵＩＳ（ユーザインタフェース／ユーザエクスペリエンスシステム）、９：ＤＭＳ（データマネジメントシステム）、１１：ＡＢＳＳ（行動ベースド支援システム）、１３：ＮＬＳ（自然言語システム）、１５：ＰＡＳ（予測行動システム）、４１：プラントデータログベース、４３：運転報告ログベース、４５：運転ノウハウベース、１５１：エンコーダ、１５３：プレディクタ、１５５：コントローラ、１５７：デコーダ

請求の範囲

[請求項1] 環境の状況に応じて行動する人を支援するための行動ベースド支援システムにおいて、

前記人とコミュニケーションを行うインターフェースシステムと、

前記環境の状況を示す環境データを入力し、入力された前記環境データを用いて前記環境の将来の状況を示す将来予測を生成し、生成された前記将来予測を用いて推奨行動を生成する予測行動システムと、を備え、

前記インターフェースシステムが、前記予測行動システムから前記将来予測又は前記推奨行動を入力し、前記人との前記コミュニケーションを解釈又は分析し、前記コミュニケーションを解釈又は分析した結果に応じて、入力された前記将来予測又は前記推奨行動に基づいたメッセージを生成し、生成された前記メッセージを前記人に提供する、

行動ベースド支援システム。

[請求項2] 請求項１記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記インターフェースシステムが、前記環境と前記人の行動に関わるデータを管理するデータマネジメントシステムにアクセスすることができ、

前記インターフェースシステムが、入力された前記推奨行動に関連する第１の関連データを、前記データマネジメントシステムから取得し、入力された前記推奨行動と取得された前記第１の関連データを用いて、メッセージを作成し、作成された前記推奨行動メッセージを前記人に提供する、

行動ベースド支援システム。

[請求項3] 請求項１又は２のいずれか一項記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記インターフェースシステムが、前記環境と前記人の行動に関わ

るデータを管理するデータマネジメントシステムにアクセスすることができ、

前記インターフェースシステムが、入力された前記将来予測に関連する第２の関連データを、前記データマネジメントシステムから取得し、入力された前記推奨行動と取得された前記第２の関連データを用いて、将来予測メッセージを作成し、作成された前記将来予測メッセージを前記人に提供する、

行動ベースド支援システム。

[請求項4] 請求項１又は２のいずれか一項記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記インターフェースシステムが、前記人により作成された問い合わせメッセージを入力し、入力された前記問い合わせメッセージを解釈又は分析し、前記問い合わせメッセージを解釈又は分析した結果に応じて、前記環境データを部分的に変更してなる仮の環境データを前記予測行動システムに入力し、

前記予測行動システムが、入力された前記仮の環境データを用いて、仮の将来予測を生成し、生成された前記仮の将来予測を用いて仮の推奨行動を生成し、

前記インターフェースシステムが、前記予測行動システムから前記仮の将来予測又は前記仮の推奨行動を入力し、入力された前記仮の将来予測又は前記仮の推奨行動に基づいた回答メッセージを生成し、生成された前記回答メッセージを前記人に提供する、

行動ベースド支援システム。

[請求項5] 請求項４記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記インターフェースシステムが、前記人との前記コミュニケーションを解釈又は分析し、前記コミュニケーションを解釈又は分析した結果に応じて、前記仮の将来予測又は前記仮の推奨行動に基づいた前記回答メッセージを生成する、

行動ベースド支援システム。

[請求項6] 請求項４記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記インターフェースシステムが、前記環境と前記人の行動に関わるデータを管理するデータマネジメントシステムにアクセスすることができ、

前記インターフェースシステムが、入力された前記仮の将来予想に関連する第３の関連データを、前記データマネジメントシステムから取得し、入力された前記仮の将来予測と取得された前記第３の関連データを用いて、前記回答メッセージを作成する、

行動ベースド支援システム。

[請求項7] 請求項４記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記インターフェースシステムが、前記環境と前記人の行動に関わるデータを管理するデータマネジメントシステムにアクセスすることができ、

前記インターフェースシステムが、入力された前記仮の推奨行動に関連する第４の関連データを、前記データマネジメントシステムから取得し、入力された前記仮の推奨行動と取得された前記第４の関連データを用いて、前記回答メッセージを作成する、

行動ベースド支援システム。

[請求項8] 請求項１又は２のいずれか一項記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記インターフェースシステムが、前記環境と前記人の行動に関わるデータを管理するデータマネジメントシステムにアクセスすることができ、

前記インターフェースシステムが、前記人により作成されたログ要求を入力し、前記人との前記対話型コミュニケーションを解釈又は分析し、前記対話型コミュニケーションを解釈又は分析した結果に応じて、入力された前記ログ要求に関連する第５の関連データを前記デー

タマネジメントシステムから取得し、取得された前記第５の関連データを用いてログメッセージを作成し、作成された前記ログメッセージを前記人に提供する、
行動ベースド支援システム。

[請求項9] 請求項１又は２のいずれか一項記載の行動ベースド支援システムにおいて、
前記予測行動システムが、前記将来予測又は前記推奨行動を生成する方法を事前学習した深層ニューラルネットワークを有し、
前記インターフェースシステムが、前記環境と前記人の行動に関わるデータを管理するデータマネジメントシステムにアクセスすることができ、
前記インターフェースシステムが、前記人により作成された行動レビューを入力し、入力された前記行動レビューに関連する第６の関連データを前記データマネジメントシステムから取得し、入力された前記行動レビューと取得された前記第６の関連データを用いて前記予測行動システムのための学習データを作成し、
前記予測行動システムが、作成された前記学習データを用いて、前記深層ニューラルネットワークの再学習を行う、
行動ベースド支援システム。

[請求項10] 請求項１又は２のいずれか一項記載の行動ベースド支援システムにおいて、
前記インターフェースシステムが、前記人が作成した行動ウハウに関するノウハウメッセージを入力し、入力された前記ノウハウメッセージを解釈又は分析し、前記ノウハウメッセージを解釈又は分析した結果に応じて行動ノウハウを生成し、生成された前記行動ノウハウを前記データマネジメントシステムに登録する、
行動ベースド支援システム。

[請求項11] 請求項１又は２のいずれか一項記載の行動ベースド支援システムに

おいて、

前記インターフェースシステムが、前記環境と前記人の行動に関わるデータを管理するデータマネジメントシステムにアクセスすることができ、

前記データマネジメントシステムが１以上の行動ノウハウを管理し、

前記インターフェースシステムが、前記環境データを入力し、入力した前記環境データに関連する関連行動ノウハウを前記データマネジメントシステムから取得し、入力された前記環境データに関連するか又は取得された前記関連行動ノウハウに関連する、第７の関連データを前記データマネジメントシステムから取得し、取得された前記関連行動ノウハウと前記第７の関連データとを用いて行動ガイドを作成し、作成された前記行動ガイドを前記人に提供する、

行動ベースド支援システム。

[請求項12] 請求項１又は２のいずれか一項記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記インターフェースシステムが、前記環境と前記人の行動に関わるデータを管理するデータマネジメントシステムにアクセスすることができ、

前記データマネジメントシステムが１以上の行動ノウハウを管理し、

前記インターフェースシステムが、前記人が作成した行動イド要求を入力し、入力した前記行動ガイド要求に関連する関連行動ノウハウを前記データマネジメントシステムから取得し、入力された前記行動ガイド要求に関連するか又は取得された前記関連行動ノウハウに関連する、第８の関連データを前記データマネジメントシステムから取得し、取得された前記関連行動ノウハウと前記第８の関連データとを用いて行動ガイドを作成し、作成された前記行動ガイドを前記人に提供

する、

行動ベースド支援システム。

[請求項13] 請求項１又は２のいずれか一項記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記予測行動システムが、前記将来予測又は前記推奨行動を生成する方法を事前学習した深層ニューラルネットワークを有し、

前記予測行動システムが、入力された前記環境データを用いて前記深層ニューラルネットワークの強化学習を行う、

行動ベースド支援システム。

[請求項14] 請求項１又は２のいずれか一項記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記予測行動システムが世界モデルを有し、

前記世界モデルが、

入力された前記環境データを、より低次元の前記潜在的ベクトルにエンコードするエンコーダと、

前記エンコーダから前記潜在的ベクトルを入力して、前記潜在的ベクトルの将来像を示す将来ベクトルを生成するプレディクタと、

前記エンコーダから前記潜在的ベクトルを入力し、前記プレディクタから前記将来ベクトルを入力して、前記推奨行動を生成するコントローラと

を有する、

行動ベースド支援システム。

[請求項15] 環境の状況に応じて行動する人を支援するための行動ベースド支援システムにおいて、

コンピュータプログラムを記憶した記憶装置と、前記コンピュータプログラムを機械的に読み取り実行するプロセッサとを備え、

前記プロセッサが前記コンピュータプログラムを実行することにより、

前記人とコミュニケーションを行ない、

前記環境の状況を示す環境データを入力し、

入力された前記環境データを用いて前記環境の将来の状況を示す将来予測を生成し、

生成された前記将来予測を用いて推奨行動を生成し、

前記人との前記コミュニケーションを解釈又は分析し、

前記コミュニケーションを解釈又は分析した結果に応じて、前記将来予測又は前記推奨行動に基づいたメッセージを生成し、

生成された前記メッセージを前記人に提供する、

行動ベースド支援システム。

[請求項16] 機械読み取り可能なコンピュータプログラムを格納したプログラム格納媒体において、

前記プログラムが、プロセッサに対して、行動ベースド支援方法を行わせる命令コードを含み、

前記行動ベースド支援方法が、

前記人とコミュニケーションを行ない、

前記環境の状況を示す環境データを入力し、

入力された前記環境データを用いて前記環境の将来の状況を示す将来予測を生成し、

生成された前記将来予測を用いて推奨行動を生成し、

前記人との前記コミュニケーションを解釈又は分析し、

前記コミュニケーションを解釈又は分析した結果に応じて、前記将来予測又は前記推奨行動に基づいたメッセージを生成し、

生成された前記メッセージを前記人に提供する、

プログラム記録媒体。

[請求項17] 請求項１又は２のいずれか一項記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記予測行動システムが、生成した前記推奨行動を実行する、

行動ベースド支援システム。

[請求項18] 請求項１又は２記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記予測行動システムが、前記将来予測と前記推奨行動と関係を示すロジックをさらに用いて、前記推奨行動を生成し、前記メッセージが提供された後の前記人の行動である実行動を示す行動情報を取得し、前記行動情報に基づいて前記ロジックを更新する、

行動ベースド支援システム。

[請求項19] 請求項１８記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記予測行動システムが、前記行動情報を、前記実行動の後の前記環境の状況を示す実状況に基づいて評価し、当該評価結果にさらに基づいて前記ロジックを更新する、

行動ベースド支援システム。

[請求項20] 請求項１９記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記予測行動システムが、前記行動情報を前記将来予測が互いに類似する複数のグループにクラスタリングし、前記グループごとに、当該グループ内で前記評価結果が最も高い行動情報に基づいて、前記ロジックを更新する、

行動ベースド支援システム。

[請求項21] 請求項２０記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記ロジックは、前記将来予測と前記人が前記推奨行動を行うことで実現されるべき前記環境の状況を示す理想状態との組み合わせと、前記推奨行動との関係を示し、

前記予測行動システムが、前記行動情報を前記将来予測及び前記理想状態の組が互いに類似する複数のグループにクラスタリングする、

行動ベースド支援システム。

[請求項22] 請求項１８記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記予測行動システムが、前記将来予測が生じる原因に関連する原因情報を用いて、前記推奨行動に関する補足情報を生成し、

前記インターフェースシステムが、前記予測行動システムから前記補足情報をさらに入力し、入力された前記補足情報に基づいた前記メッセージを生成する、

行動ベースド支援システム。

[請求項23] 請求項２２記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記原因情報は、前記原因、前記原因に応じた前記推奨行動の候補である候補行動、前記候補行動を行う理由、及び、前記候補行動を行うことで実現が予測される前記環境の状況の少なくとも１つを含む、

行動ベースド支援システム。

[請求項24] 請求項１記載の行動ベースド支援システムにおいて、

前記インターフェースシステムは、自然言語システムであり、

前記メッセージは、自然言語で表現されている、

プラント運転支援システム。

[請求項25] 環境の状況に応じて行動する人を支援するための行動ベースド支援システムにおいて、

前記環境の状況を示す環境データを入力し、入力された前記環境データを用いて前記環境の将来の状況を示す将来予測を生成し、生成された前記将来予測を用いて推奨行動を生成する予測行動システムと、

前記推奨行動に応じて前記環境を制御する制御システムと、を含む、

プラント運転支援システム。