

明 細 書

発明の名称：作業最適化システムおよび作業最適化装置

技術分野

[0001] 本発明は作業最適化システムおよび作業最適化装置に関し、例えば機器と作業者とが協働して行う作業（協働作業）を最適化するための作業最適化システムおよび作業最適化装置に適用して好適なものである。

背景技術

[0002] 機器と作業者とが協働する環境で作業しながら、所定のタスクを実行するケースは、ロボット技術等の発展、労働力不足による自動化のニーズなどによって増加傾向になる。このような状況においては、熟練度の高い作業者に合わせた機器の制御によって使いこなすという点と、最適化された機器に対して作業者が整合する行動を取るといった点が求められる。

[0003] 前者については、熟練度の高い作業者の行動は、未熟者には習得が困難であることが多く、熟練者と同様の効率が期待できないことが考えられ得る。後者については、機器の動作に作業者の行動を合わせるということは、機器側に合わせることによる負荷が懸念され、集中力の低下などによる歩留まりの低下、体力面への負荷、精神面への負荷などが問題となる。

[0004] この点、人に対して適切な補助を行うロボットの制御方法が開示されている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2017-30137号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に記載の技術では、作業者に負荷のかからないようにロボットを制御することで、前述の問題の一部は解決されるものの、作業者の負荷が減るととどまり、作業者の行動が最適とならない問題がある。

[0007] 本発明は以上の点を考慮してなされたもので、機器の効率を最大化しつつ、作業者の行動を制御し得る作業最適化システム等を提案しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0008] かかる課題を解決するため本発明においては、機器の機器制御パターンと前記機器制御パターンのパラメータとに基づいて前記機器の制御を行う機器制御部と、前記機器制御部により前記機器の制御が行われている際、センサにより取得された前記機器と協働して作業を行う作業者のセンサ情報から、前記作業者の作業を計測する作業者計測部と、前記作業者計測部で計測された作業を所定の目標値に基づいて評価する評価部と、前記評価部による評価がしきい値より高いか否かを判定し、高いと判定した場合、高いと判定した前記機器制御パターンのパラメータを含む行動制御パターンを生成する行動制御パターン生成部と、を設けるようにした。

[0009] 上記構成によれば、機器制御パターンに基づいて行動制御パターンが生成される。つまり、機器制御に基づいて行動制御が行われるようになるので、例えば、熟練者の機器制御パターンを用いることで、機器の効率を最大化しつつ、作業者の行動を制御することができるようになる。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、機器の効率を最大化しつつ、作業者の行動を制御することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1の実施の形態による作業最適化システムに係る構成の一例である。

[図2]第1の実施の形態による作業環境の一例を示す図である。

[図3]第1の実施の形態による機器制御パターンの生成に係る構成の一例を示す図である。

[図4]第1の実施の形態による機器制御を最適化するモデルの一例を示す図である。

[図5]第1の実施の形態による機器制御パターン生成処理に係るフローチャート

の一例を示す図である。

[図6]第1の実施の形態による機器制御に基づいて行動制御を最適化するモデルの一例を示す図である。

[図7]第1の実施の形態による行動制御パターン生成処理に係るフローチャートの一例を示す図である。

[図8]第1の実施の形態による作業者の作業に係る状態を示す指標の一例を示す図である。

[図9]第1の実施の形態によるパラメータ指標関連情報の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

[0013] 本発明は、機器の制御によって作業者の行動に変化を与えて最適化する技術に関するものである。より具体的には、機器と作業者とが共存する環境において、あるタスクを実行する際に、機器側の機器制御（最適な機器制御パターン）によって、関連する作業者を最適に行動制御（最適な行動制御パターンを生成して作業者を制御）する技術に関するものである。

[0014] 例えば、本実施の形態では、作業者の行動を計測したデータである行動計測データと目標値とに基づいて作業評価を実施し、作業評価の結果と行動制御パターンとから報酬評価を行い、作業評価が高くなる行動制御パターンを保存し、作業者の行動を最適化するための行動制御パターンを選択し、選択した行動制御パターンに基づいて機器を制御することを特徴とする。

[0015] また、例えば、本実施の形態では、規範とされる作業者（例えば、熟練者）の行動から、最適な機器制御パターンを学習することを特徴とする。

[0016] また、例えば、本実施の形態では、予め取得した機器制御パターンを作業者に提示することによって、最適な作業が可能な熟練者の行動パターンに近づくことが可能であって、機器制御により作業者の行動制御ができること特徴とする。

[0017] また、例えば、本実施の形態では、機器制御パターンと行動制御パターンとを

個人ごとに定義することによって、個人に最適な作業を提示することができることを特徴とする。

[0018] 本実施の形態においては、工場環境内での、ロボット装置と作業者との協働作業の形態における事例を例に挙げて説明する。以下、詳細について説明する。

[0019] (1) 第1の実施の形態

図1において、100は全体として第1の実施の形態による作業最適化システムを示す。

[0020] 図1は、作業最適化システム100に係る構成の一例を示す図である。作業最適化システム100では、作業者の行動、機器の動作などを計測し、機器と作業者との協働作業を最適化する。作業最適化システム100は、撮影装置110と、処理部（作業者計測部120、評価部130、目標指示部140、機器計測部150、行動制御パターン生成部160、行動制御計画部170、機器制御部180など）と、各種の情報（機器制御パターン191、行動制御パターン192など）とを含んで構成される。なお、各構成要素の一部については、作業最適化システム100外に設けられていてもよい。

[0021] 処理部は、例えば、作業最適化装置（コンピュータ）の機能として実現される、作業最適化装置は、ノートパソコン、サーバ装置等であり、図示は省略するCPU（Central Processing Unit）、RAM（Random Access Memory）、ROM（Read Only Memory）、HDD（Hard Disk Drive）、通信装置などを含んで構成される。

[0022] 作業最適化装置の機能（処理部）は、例えば、CPUがROMに格納されたプログラムをRAMに読み出して実行すること（ソフトウェア）により実現されてもよいし、専用の回路などのハードウェアにより実現されてもよいし、ソフトウェアとハードウェアとが組み合わされて実現されてもよい。また、作業最適化装置の機能の一部は、作業最適化装置と通信可能な他のコンピュータにより実現されてもよい。

[0023] 撮影装置110は、ビデオカメラ、ネットワークカメラ等である。撮影装

置 110 は、レンズ、画像センサなどを含んで構成され、所定の画像（画像情報）が取得できる。画像センサは、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）、CCD（Charge Coupled Device）などの撮像素子（いずれも図示せず）を含む機構である。このような撮影装置 110 から取得した画像（映像）を用いることで、作業者などの作業環境内の状況をセンシングすることができる。なお、作業環境については、図 2 を用いて後述する。

[0024] 作業者計測部 120 は、例えば、機器制御部 180 により機器の制御が行われている際、撮影装置 110（センサの一例）により取得された機器と協働して作業を行う作業者の画像情報（センサ情報の一例）から、作業者の作業を計測する。

[0025] 評価部 130 は、例えば、作業者計測部 120 で計測された作業を所定の目標値（目標指示部 140 により設定された目標値）に基づいて評価する。例えば、評価部 130 は、作業者の作業に係る状態を示す指標が目標値を超えるか否かを判定し、超えると判定した場合、超えないと判断したときと比べて高い評価を行う。なお、作業者の作業に係る状態を示す指標については、図 8 を用いて後述する。

[0026] 目標指示部 140 は、例えば、目標値を設定する。なお、目標値は、所定の期間に達成しようとする作業量（例えば、一日の間に、第 1 の場所にある箱を第 2 の場所に移動して積み重ねるといったもの）である。

[0027] 機器計測部 150 は、例えば、機器制御部 180 により機器の制御が行われている際、撮影装置 110 により取得された機器の画像情報から、機器の動作を計測する。

[0028] 行動制御パターン生成部 160 は、例えば、評価部 130 による評価がしきい値より高いか否かを判定し、高いと判定した場合、高いと判定した機器制御パタンのパラメータを含む行動制御パターンを生成する。

[0029] ここで、行動制御パターンを学習する段階（学習フェーズ）と、行動制御パターンを使用する段階（運用フェーズ）とに分けて考える場合、学習フェーズにおいては、例えば、行動制御計画部 170 設けられていなくてもよい。こ

の場合、行動制御パターン生成部160は、例えば、学習中の機器制御パターンのパラメータを評価が高くなるように探索的に他のパラメータに変更し、当該機器制御パターンと、変更した他のパラメータとを用いて機器を制御するように機器制御部180に指示を与える。かかる構成によれば、最適な行動制御パターンを適切に得ることができるようになる。付言するならば、作業最適化システム100は、学習フェーズと運用フェーズとに分けることなく、運用しながら学習を行うものであってもよい。この場合、運用しつつ、最適な行動制御パターンを得ることができるようになる。

[0030] 行動制御計画部170は、例えば、行動制御パターン生成部160により生成された行動制御パターンの中から、一の行動制御パターンを選択する。また、例えば、行動制御計画部170は、現在の状態を示す指標がしきい値を超えるか否かを判定し、超えないと判定した場合、図9を用いて後述するパラメータ指標関連情報に基づいて現在の状態を示す指標がしきい値を超える行動制御パターンを特定し、選択している行動制御パターンを、特定した行動制御パターンに変更するものであってもよい。

[0031] 機器制御部180は、例えば、行動制御計画部170により選択された行動制御パターンに基づいて機器の機器制御パターンと当該機器制御パターンのパラメータとを特定して機器の制御を行う。

[0032] 図2は、作業環境の一例を示す図である。ロボット装置200と作業者201とが同一環境で作業している様子を俯瞰で示している。より具体的には、ロボット装置200は、ワーク202をピックアップして目標位置まで移動させ、作業者201は、ロボット装置200ができないような作業を事前に、途中で、または事後に適宜サポートし、協働しながらタスクをこなしている様子を示している。それらの外観を撮影装置110で観察しながら、ロボット装置200と作業者201との行動、作業状況について、認識技術を活用して計測している。

[0033] 例えば、ロボット装置200としては、6軸のピッキングロボットなどが代表的であるが、双腕型のもの、自律移動するタイプのもの等でもよく、さ

らに搬送用の移動体のようなものでよく、作業者の作業をサポートするような機能をもったものであるなら、特に問わない。

[0034] なお、本実施の形態のセンサとしては、様々な機器が適用できるが、撮影装置110を例に挙げて説明する。

[0035] 作業最適化システム100では、撮影装置110から取得した画像情報を用いて、作業者計測部120は、作業者201の作業（作業状態）を計測する。評価部130は、その作業を評価する。評価指標としては、目標指示部140に入力された予め設定した目標値（例えば、1分間あたりのワーク202の移動数）に応じたものとする。

[0036] また、機器計測部150は、撮影装置110から得られた画像情報に基づいて、ロボット装置200の動作（動作状態）などを計測する。ここでは、ロボット装置200から直接得たロボット装置200の姿勢、位置などの情報を活用してもよい。前提として、機器制御部180は、事前に学習された機器制御パターン191に基づいて、ロボット制御信号（機器制御信号）をロボット装置200に伝送し、ロボット装置200を動作させる。

[0037] ここで、機器制御パターン191は、熟練者との作業、ティーチング等によって生成された最適な機器の制御パターンが格納されたものである。機器制御パターン191は、例えば、ロボット装置200のアームの軌道といった機器の動作が規定された情報である。機器制御パターン191としては、ワーク202を1個つかみで移動する機器制御パターン、ワーク202を2個つかみで移動する機器制御パターン、ワーク202を作業者201の手前まで移動する機器制御パターン、ワーク202を最終目的地まで移動する機器制御パターンなどが挙げられる。なお、機器制御パターン191については、説明のために例示したものに限定されるものではない。

[0038] 図3は、機器制御パターン191の生成に係る構成の一例を示す図である。図3に示すように、作業最適化システム100は、機器制御パターン生成部300を処理部として含んで構成されてもよい。機器制御パターン生成部300は、例えば、規範とする作業者の行動から最適な機器制御パターン191を生

成する。

- [0039] 機器制御パターン191の生成については、熟練者などによって、目標指示部140で提示される目標値に沿って、例えば、最も効率のよい作業について、熟練者と共に試行錯誤しながら決定していく仮定において、機械学習手法で取得する方法がある。
- [0040] 機械学習手法として、例えば、強化学習と呼ばれる手法を用いることができる。
- [0041] 図4は、機械学習手法（機器制御を最適化するモデル）の一例を示す図である。図4に示すように、機器400と作業環境401というようなシンプルなモデルを定義した場合に、機器400のアクションaによって作業環境401の変化（価値）を評価して、報酬rとしてフィードバックする。これにより、報酬rによって最適なアクションaを構築する方法である。このような方法は、様々に提案されているが、「Watkins, C.J.C.H. (1989). Learning from Delayed Rewards.」などに代表されるQ学習などの方式を採用してよい。
- [0042] これらの手法を駆使して求めることによれば、目標指示部140で設定している目標値に対しての作業評価を行い、この作業が評価として高い（例えば、目標値に近い、目標値より高い等の）機器制御パターンを、熟練度の高い作業者に対する、機器側の役割であるとして取得することが可能となる。次に、機器制御パターンを生成する方法について図5を用いて説明する。
- [0043] 図5は、機器制御パターン生成部300が機器制御パターン191を生成する処理（機器制御パターン生成処理）に係るフローチャートの一例を示す図である。
- [0044] まず、評価部130は、撮影装置110から取得したデータを用いて作業者計測部120にて得た行動データ（作業）と、所定の目標値（目標値500）とを取得する（ステップS501）。
- [0045] 続いて、評価部130は、作業者計測部120で計測された作業を目標値に基づいて評価（行動評価）を実行する（ステップS502）。

[0046] ここで、作業（行動）としては、作業者が移動した距離、身体に負荷の大きいしゃがみ、高い位置での保持姿勢、ストレスのかかる作業などが挙げられる。行動評価では、商品の詰め込み作業を仮定すると、1ケースあたりどの程度の時間を要したのか、身体への負荷（身体不可）がどれくらいあったのかを評価し、作業時間が短く、かつ、身体負荷が低い行動についての評価が高い等として評価基準（作業者の作業に係る状態を示す指標）を定義できる。評価基準については、設置環境等にもよるため、作業環境に応じた定義を行うことが好適である。なお、身体負荷の計測については、撮影装置110以外に、ストレス計測センサ、脳波センサなどの別のデバイスを活用することも可能である。さらには、アンケート評価など、感性評価も活用した形としてよい。付言するならば、作業については、説明のために例示したものに限定されるものではない。行動評価については、説明のために例示したものに限定されるものではない。

[0047] 続いて、機器制御パターン生成部300は、機器制御パターン生成処理を終了するか否かを判定する（ステップS503）。機器制御パターン生成部300は、終了すると判定した場合、ステップS505に処理を移し、終了しないと判定した場合、ステップS504に処理を移す。なお、終了の判断については、行動評価値に変化が見られない、所定の回数実行した、目標値との誤差がしきい値未満になったなど、事前に決めた基準に従って行われる。

[0048] ステップS504では、機器制御パターン生成部300は、行動評価の結果、しきい値より高い評価を得ることができた機器の状態を、理想的な機器制御パターンとして更新する。なお、機器制御パターン生成部300は、目標値500に向けて機器および／または作業者が試行錯誤で改善したものに対して、逐次評価を繰り返す。

[0049] ステップS505では、機器制御パターン生成部300は、熟練者に最適な機器制御パターン（例えば、目標値および／またはしきい値を超える一または複数の機器制御パターン）を機器制御パターン191として保存する。

[0050] なお、機器制御パターン191については、制約条件（安全性の観点、保守

の観点など)に基づいて、絞込みが行われてもよい。

- [0051] 次に、機器制御に基づいて行動制御を実現する構成について図6および図7を用いて説明する。上述したように、機器制御パターン191の学習においては、作業効率のような目的に関して、どのように機器を動作させると、効率的な動きとなるかを学習する方法について説明した。これは、いわば熟練者に合わせた機器の制御方法を機器側が学ぶ作業となる。
- [0052] 一方で、評価部130および行動制御パターン生成部160においては、学習された機器の動作に基づいて、作業を実施する作業側がどのように効率的な行動を習得するのか、どのような機器の動作を実行すれば、作業者と機器との組み合わせが高効率な動きとなるのかを求める手続きとなる。
- [0053] 図6は、機器制御に基づいて行動制御を最適化するモデルの一例を示す図である。まず、機器600によって所定の動作としてアクション a_m で動作する。するとそれに呼応して作業側602が動作をあわせて、アクション a_w を実行する。それに対して作業環境601に状態の変化 s が発生する。
- [0054] 作業側602を中心に考えると、どのような機器600のアクション a_m で、どのような作業側602のアクション a_w が発生し、作業環境601に変化 s が生じたのか、ということは、アクション a_m を報酬 r と考えると、どのような報酬 r (アクション a_m) で作業側602がどう理想の変化 s に近づくかという、逆強化学習の枠組みで考えることができる。
- [0055] 逆強化学習とは、エキスパートによる行動から報酬(どの状態がどのくらいよいのか)を推定する方法であり、代表的なものとして「Andrew Ng, et al :” Algorithms for Inverse Reinforcement Learning”」などが挙げられる。理想的な作業が可能な熟練者の行動からどのような報酬(行動の的確さ)を判断して動作しているか、どのような判断および行動が熟練者の成熟度に起因しているのか、を学習するものである。
- [0056] 本実施の形態では、熟練者によって生成された行動をそのまま、未熟者への行動指針にするような直接的な逆強化学習の活用とせず、熟練者により定義された機器側の最適な機器制御パターンを通じて、これらの機器制御パタン

すなわちアクション a_m を、作業者 602（未熟者、非熟練者など）に与えた場合に、どのアクション a_m が作業者 602 にとって最適な報酬となりうるかを推定するものであり、機器 600 を通じて行動を制御すると言い換えてもよい。

[0057] その効果としては、直接的な指南であった場合に、個々人に適合しない指示となり、かえって習熟時間がかかったり、個人にあった最適な行動とならなかったりするケースも多いなか、間接的な指示によって、理想の行動を促すことによって、作業者の行動が最適化に導かれると同時に、機器側の制御も進化して適合することが効果として考えられる。

[0058] さらに、機器側の機器制御の学習と、作業者側の行動制御の学習とを繰り返すことによる相互進化のような効果も得られるということがいえる。

[0059] ここで、作業最適化システム 100 では、機器制御パターン 191 のパラメータ（速度といった機器の動かし方をチューニングするためのパラメータ）を変更することで、アクション a_m を変更し、そのときの機器制御パターン 191 とパラメータとの組合せを行動制御パターンとしている。次に、行動制御パターンの生成方法について図 7 を用いて説明する。

[0060] 図 7 は、行動制御パターン生成部 160 が行動制御パターン 192 を生成する処理（行動制御パターン生成処理）に係るフローチャートの一例を示す図である。

[0061] まず、評価部 130 は、撮影装置 110 から取得したデータを用いて作業者計測部 120 にて得た行動データ（作業）と、所定の目標値（目標値 700）とを取得する（ステップ S701）。なお、目標値 500 と目標値 700 とは、同じであってもよいし、異なってもよい。

[0062] 続いて、評価部 130 は、作業者計測部 120 で計測された作業を目標値に基づいて評価（行動評価）を実行する（ステップ S702）。例えば、評価部 130 は、ステップ S502 と同様に評価を行い、行動の優劣を比較する。

[0063] 続いて、行動制御パターン生成部 160 は、行動制御パターン生成処理を終了

するか否かを判定する（ステップS703）。行動制御パターン生成部160は、終了すると判定した場合、ステップS705に処理を移し、終了しないと判定した場合、ステップS704に処理を移す。なお、終了の判断については、行動評価値に変化が見られない、所定の回数実行した、目標値との誤差がしきい値未満になったなど、事前に決めた基準に従って行われる。

[0064] ステップS704では、行動制御パターン生成部160は、行動評価の結果、しきい値より高い評価を得ることができた行動制御パターンを、理想的な行動制御パターンとして更新する。例えば、行動制御パターン生成部160は、しきい値より高いと判定した機器制御パターン（機器制御パターンを識別可能な識別子であってもよい。）とパラメータを含む行動制御パターンを生成する。

[0065] なお、行動制御パターン生成部160は、行動制御パターン（作業者の行動制御を可能とする機器制御パターンのパラメータ）を変更したものに対して、逐次評価を繰り返す。例えば、機器のアームの移動速度が第1の速度である行動制御パターンの場合、丁寧にワークを積み重ねるが移動に要する時間は長く、機器のアームの移動速度が第1の速度よりも速い第2の速度である行動制御パターンの場合、雑にワークを積み重ねるが移動に要する時間は短い。前者の場合には、作業者の待ち時間で十分なワークの確認や調整の時間を必要とするが効率が低くなり、単調な作業によるミスを誘発するなど、個々人によつての適合性によっては適さない場合もある。他方、後者の場合には、非常に早い速度であるが、そういった作業の適合性が高い作業者にとっては、効率よく作業することもできる。

[0066] 上記は非常に単純なケースを記載した。ここで、行動制御パターンには、速度や正確さのような一般的な機器精度と考えられるものもあるが、異なる行動制御パターンも考えうる。一般的に、正確なリズムでの作業が工場機械にとって理想とされる傾向があるが、ランダムなゆらぎやノイズのような動きを入れることで、作業者に対して注意喚起や作業の多様性を与えることによる、ストレスや集中力の低下を防ぐことも期待できる。逆にそういった作業を望まないケースもある。

- [0067] さらには、作業の時間帯や作業の継続時間、現在の環境や身体の状態など作業者に関わる情報を加味することによって、より適切な行動制御パターンを適用することができる。例えば、午前中に対して午後は疲労から作業の正確性が低下するという事前情報があった場合に、作業のスピードを適切にコントロールするなど考えられる。
- [0068] このように、どの行動制御パターンが作業者にとっての報酬（良い状態に導くパターン）になるのかという逆強化学習を行うこととなる。
- [0069] また、ステップS704では、行動制御パターン生成部160は、機器の制御に用いた機器制御パターンのパラメータと作業者の作業に係る状態を示す指標と関連付けた情報（パラメータ指標関連情報）を行動制御パターンに対応付けてHDDに記憶してもよい。作業者の作業に係る状態を示す指標として、体力面な指標、精神面な指標などが設けられている。
- [0070] 図8は、作業者の作業に係る状態を示す指標の一例（指標テーブル800）を示す図である。図8に示すように、ある機器制御パターンの場合、どういった行動計画に効果的であるのかといった情報が指標テーブル800に記憶されている。これは、業種により異なっており、それぞれの機器制御パターンについて定義される。
- [0071] より具体的には、指標テーブル800には、機器制御パターン801ごとに、習熟レベル802、移動量803、集中力804、精密さ805、ストレス806、作業実績807といった指標に係る情報が格納されている。なお、指標テーブル800には、上述したように、作業者に関わる情報が含まれていてもよい。
- [0072] また、パラメータ指標関連情報の一例（近似曲線900）を図9に示す。なお、パラメータ指標関連情報は、指標およびパラメータごとに生成されている。
- [0073] 例えば、作業者が疲れてきた場合、移動量803の近似曲線900を用い、しきい値を満足する範囲内でパラメータを変更することができるようになる。また、例えば、作業者の作業が雑になってきた場合、精密さ805の近

似曲線900を用い、しきい値を満足する範囲内でパラメータを変更することができるようになる。また、例えば、一日のノルマが変更された場合、作業実績807の近似曲線900を用い、しきい値を満足する範囲内でパラメータを変更することができるようになる。このように、パラメータ指標関連情報によれば、現在の状態に応じて、しきい値を満足する範囲内でパラメータを変更することができるようになる。

[0074] ステップS705では、行動制御パターン生成部160は、作業者に最適な行動制御パターンを行動制御パターン192として保存する。

[0075] ここでは、行動制御パターンが作業者ごとに異なっており、ある作業を実行する際にどういった機器の動きであれば、最適な作業となるのかという報酬が学習された状態となる。

[0076] 上述した構成によれば、例えば、機器の最適な機器制御パターンを取得すると共に、その機器制御パターンを別の作業者への行動制御に活用することによって、機器の性能を十分に引き出すことができ、かつ、個人にあった最適な作業となり、全体の効率を最大化することができる。

[0077] また、上述した構成によれば、例えば、機器側も機器制御を最適化できるので、機器と作業者との組み合わせで最適な行動制御パターンを生成し、効率を最大化することが可能である。

[0078] また、上述した構成によれば、例えば、最適な機器制御パターンを取得できると共に、人の行動制御も可能となるため、熟練者に近い形で作業を習熟させることができる。

[0079] また、上述した構成によれば、例えば、行動制御パターンは、個人の嗜好や動作パターンに関連する項目であるため、ある機器で生成した行動制御パターンおよび／またはパラメータ指標関連情報は、別の機器への活用が可能であるといった、展開しやすさも効果として考え得る。

[0080] 以上、本実施の形態によれば、規範の事例となる熟練者の行動と、作業効率などの目標が最も高い機器制御パターンとを事前に取得しておき、非熟練者のような最適な作業が即時には実行できない場合に、事前に取得した機器制

御パターンを介して、非熟練者の作業を熟練者の作業に導くことで、結果として作業者の行動が最適化され、生産目標、高効率な作業などに近づけることの効果を得ることができる。また、例えば、作業者の状態を示す指標を設けることで、個人に合った行動制御を行うことの効果を得ることができる。また、例えば、現在の状態に応じた行動制御を行うことの効果を得ることができる。

[0081] このように、予め学習した機器制御パターンをもとに、作業者への行動評価と報酬学習とを行うことで、作業者の習熟度を機器側の変化によって促すことができる作業最適化システムおよび作業最適化装置を提供することが可能である。

[0082] なお、本実施の形態では、機器制御パターンの更新など、繰り返し相互に深化する形式については図示していないが、当然、繰り返す構成を採用し、相互進化が可能ないようにしてもよい。

[0083] (2) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、本発明を作業最適化システムに適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々のシステム、装置、方法、プログラムに広く適用することができる。

[0084] また、上記の説明において、各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記憶装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

[0085] また上述した構成については、本発明の要旨を超えない範囲において、適宜に、変更したり、組み替えたり、組み合わせたり、省略したりしてもよい。

[0086] 上述した構成によれば、機器の効率を最大化しつつ、作業者の行動を制御することができる。

符号の説明

[0087] 100……作業最適化システム、110……撮影装置、120……作業者

計測部、130……評価部、140……目標指示部、150……機器計測部、160……行動制御パターン生成部、170……行動制御計画部、180……機器制御部、191……機器制御パターン、192……行動制御パターン。

請求の範囲

- [請求項1] 機器の機器制御パターンと前記機器制御パタンのパラメータとに基づいて前記機器の制御を行う機器制御部と、
前記機器制御部により前記機器の制御が行われている際、センサにより取得された前記機器と協働して作業を行う作業者のセンサ情報から、前記作業者の作業を計測する作業者計測部と、
前記作業者計測部で計測された作業を所定の目標値に基づいて評価する評価部と、
前記評価部による評価がしきい値より高いか否かを判定し、高いと判定した場合、高いと判定した前記機器制御パタンのパラメータを含む行動制御パターンを生成する行動制御パターン生成部と、
を備えることを特徴とする作業最適化システム。
- [請求項2] 前記行動制御パターン生成部は、前記パラメータを他のパラメータに変更し、前記機器制御パターンと、変更した他のパラメータとを用いて前記機器を制御するように前記機器制御部に指示を与える、
ことを特徴とする請求項1に記載の作業最適化システム。
- [請求項3] 前記行動制御パターン生成部により生成された行動制御パターンの中から、一の行動制御パターンを選択する行動制御計画部を備え、
前記機器制御部は、前記行動制御計画部により選択された行動制御パターンに基づいて前記機器の機器制御パターンと前記機器制御パタンのパラメータとを特定して前記機器の制御を行う、
ことを特徴とする請求項2に記載の作業最適化システム。
- [請求項4] 前記評価部は、前記作業者の作業に係る状態を示す指標が前記所定の目標値を超えるか否かを判定し、超えると判定した場合、超えないと判断したときと比べて高い評価を行う、
ことを特徴とする請求項3に記載の作業最適化システム。
- [請求項5] 前記行動制御パターン生成部は、前記機器の機器制御パタンのパラメータと前記作業者の作業に係る状態を示す指標とを関連付けた情報で

あるパラメータ指標関連情報を前記パラメータを含む行動制御パターンに対応付けて記憶し、

前記行動制御計画部は、現在の状態を示す指標がしきい値を超えるか否かを判定し、超えないと判定した場合、前記パラメータ指標関連情報に基づいて現在の状態を示す指標がしきい値を超える行動制御パターンを特定し、選択している行動制御パターンを、特定した行動制御パターンに変更する、

ことを特徴とする請求項3に記載の作業最適化システム。

[請求項6]

機器の機器制御パターンと前記機器制御パターンのパラメータとに基づいて前記機器の制御を行う機器制御部と、

前記機器制御部により前記機器の制御が行われている際、センサにより取得された前記機器と協働して作業を行う作業者のセンサ情報から、前記作業者の作業を計測する作業者計測部と、

前記作業者計測部で計測された作業を所定の目標値に基づいて評価する評価部と、

前記評価部による評価がしきい値より高いか否かを判定し、高いと判定した場合、高いと判定した前記機器制御パターンのパラメータを含む行動制御パターンを生成する行動制御パターン生成部と、

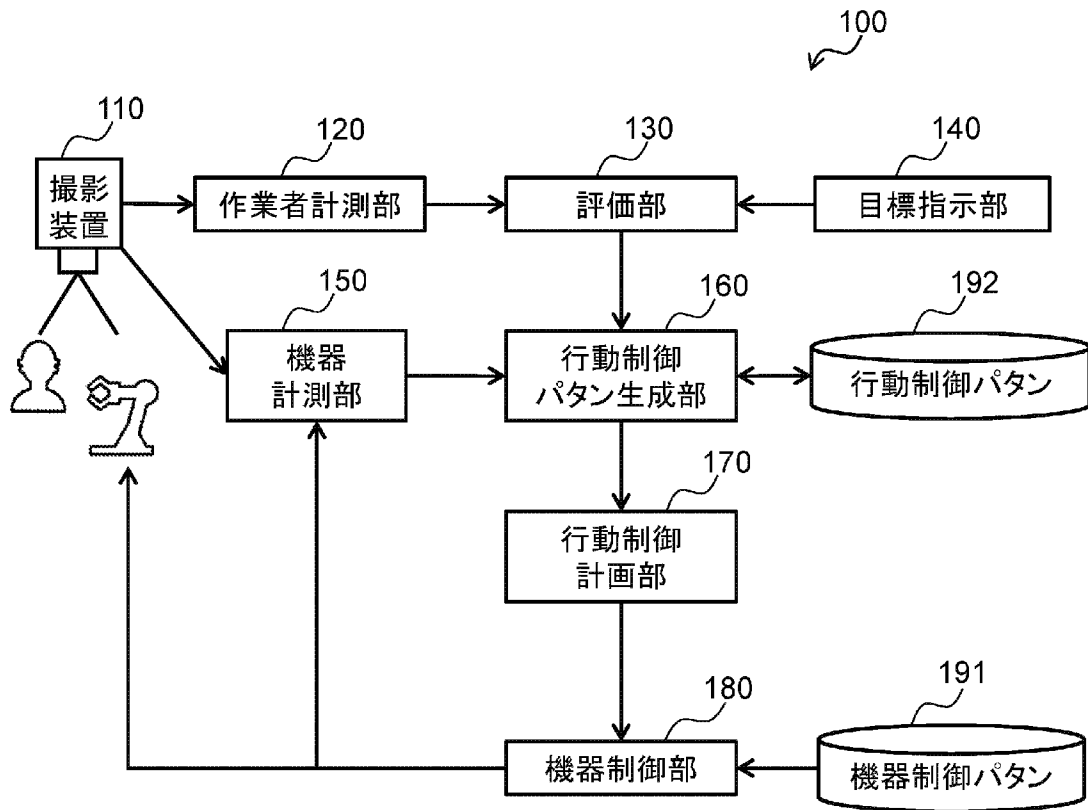
を備えることを特徴とする作業最適化装置。

要 約 書

機器の機器制御パターンと機器制御パタンのパラメータとに基づいて機器の制御を行う機器制御部と、機器制御部により機器の制御が行われている際、センサにより取得された機器と協働して作業を行う作業者のセンサ情報から、作業者の作業を計測する作業者計測部と、作業者計測部で計測された作業を所定の目標値に基づいて評価する評価部と、評価部による評価がしきい値より高いか否かを判定し、高いと判定した場合、高いと判定した機器制御パタンのパラメータを含む行動制御パターンを生成する行動制御パターン生成部と、を設けるようにした。

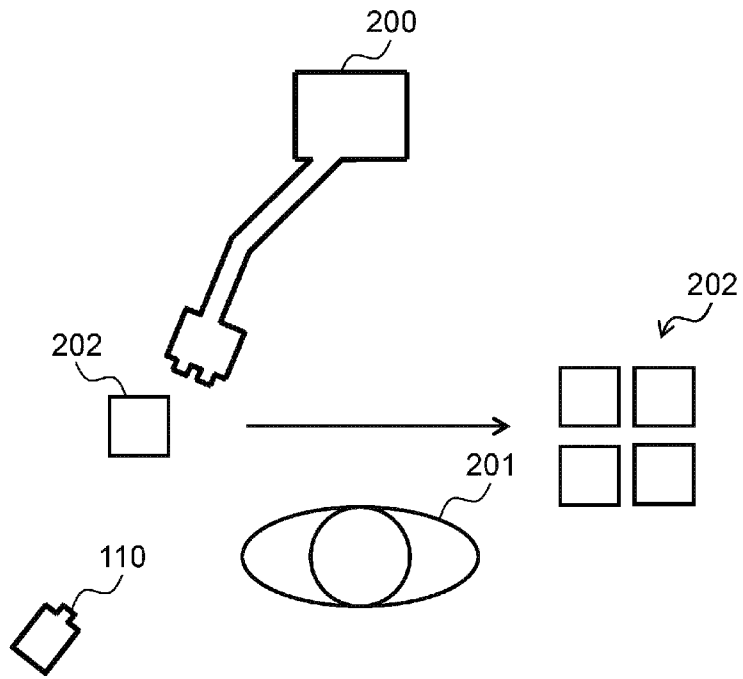
[図1]

図 1



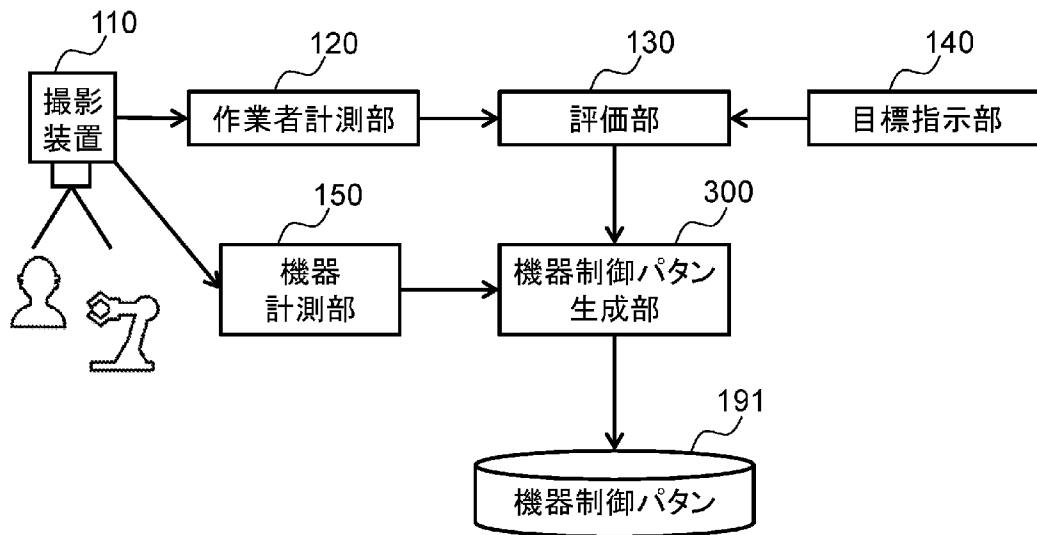
[圖2]

圖 2



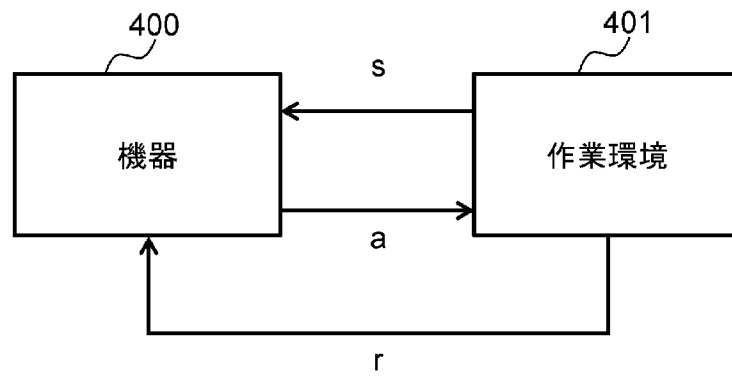
[図3]

図 3



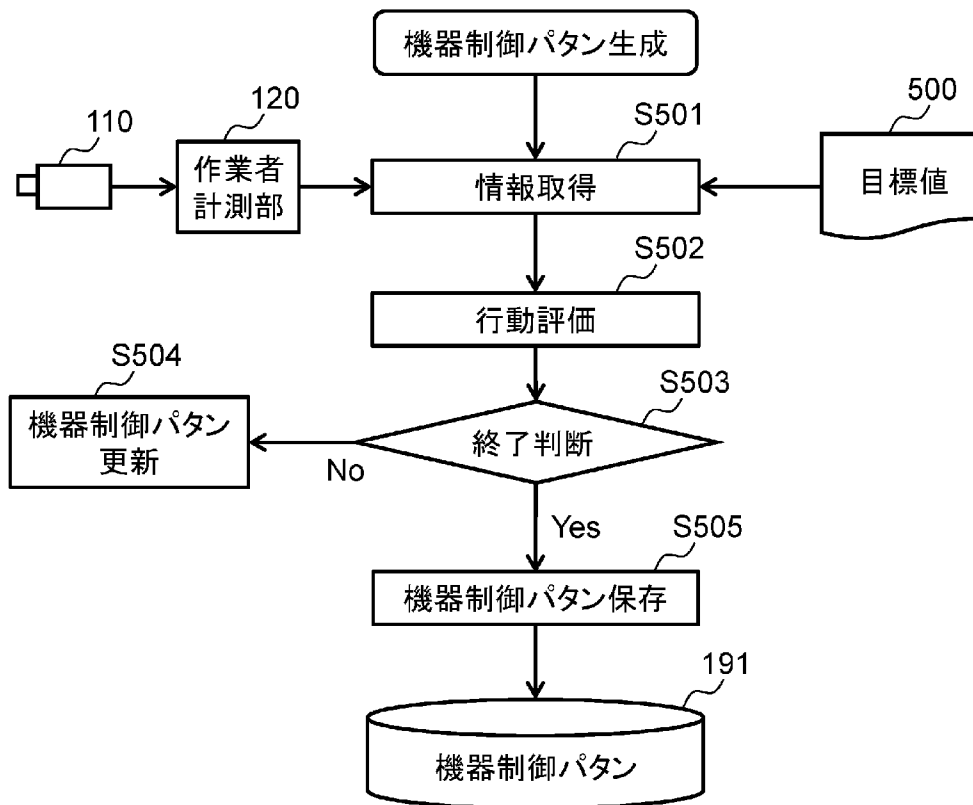
[図4]

図 4



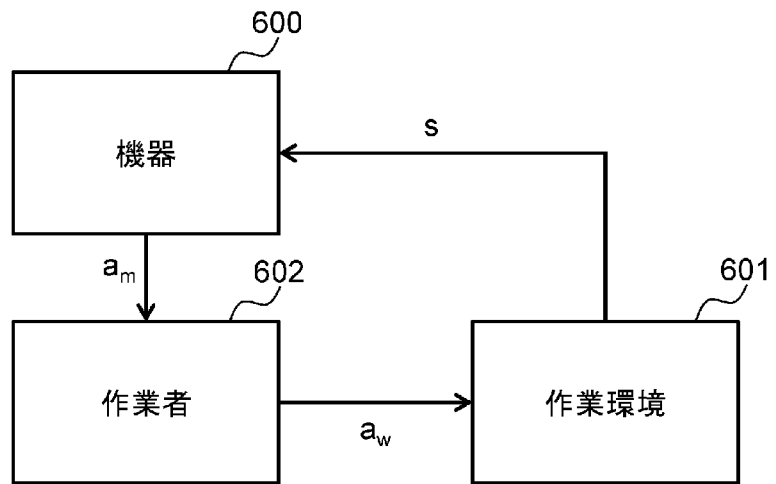
[図5]

図 5



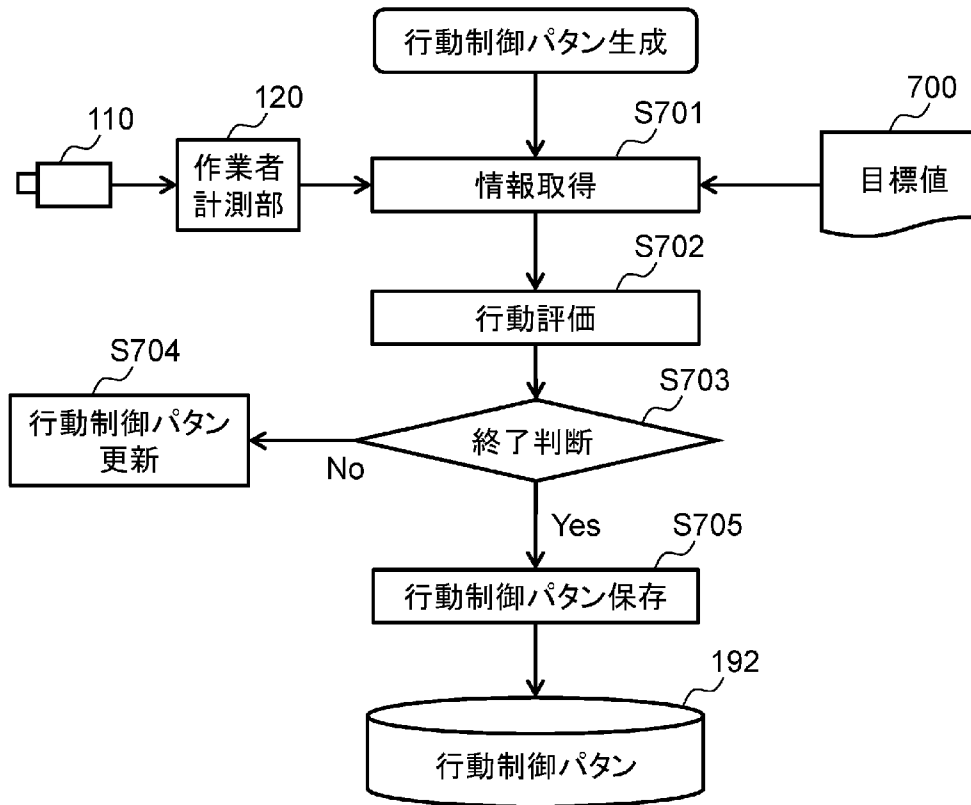
[図6]

図 6



[図7]

図 7



[図8]

図 8

800

801 機器 制御 パタン	802 習熟 レベル	803 移動量	804 集中力	805 精密さ	806 ストレス	807 作業 実績	...
A							...
B							...
...

[図9]

図 9

