

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6687543号
(P6687543)

(45) 発行日 令和2年4月22日 (2020.4.22)

(24) 登録日 令和2年4月6日 (2020.4.6)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 9 B 9/00 (2006.01)

G 0 9 B 9/00 Z

G 0 9 B 19/00 (2006.01)

G 0 9 B 19/00 H

請求項の数 26 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-569029 (P2016-569029)
 (86) (22) 出願日 平成27年5月29日 (2015.5.29)
 (65) 公表番号 特表2017-518530 (P2017-518530A)
 (43) 公表日 平成29年7月6日 (2017.7.6)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2015/000777
 (87) 国際公開番号 W02015/185972
 (87) 国際公開日 平成27年12月10日 (2015.12.10)
 審査請求日 平成30年5月21日 (2018.5.21)
 (31) 優先権主張番号 14/293,700
 (32) 優先日 平成26年6月2日 (2014.6.2)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(73) 特許権者 510202156
 リンカーン グローバル、インコーポレイ
 テッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90
 670, サンタ フェ スプリングズ, ノ
 ーウォーク・ブルヴァード 9160
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手溶接訓練のためのシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

手溶接訓練のための方法であって、

(a) 溶接システムを提供するステップであって、前記溶接システムは、

(i) データ生成コンポーネントであって、前記データ生成コンポーネントは、

(1) 設備であって、前記設備の寸法形状特性は予め決まっている、設備と、

(2) 前記設備に取り付けられるよう成される母材であって、前記母材は、溶接さ
 れる少なくとも1つの接合部を含み、溶接される前記接合部に沿って延在するベクトルは
 、作業経路を画成する、母材と、

(3) 校正装置であって、該校正装置は、該校正装置と一体型の少なくとも2つの
 第1のポイントマーカを含み、該第1のポイントマーカと前記作業経路との間の寸法形状
 関係は予め決まっている、校正装置と、

(4) 溶接工具であって、前記溶接工具は、溶接される前記接合部において溶接を
 形成するよう動作し、前記溶接工具は、工具ポイント及び工具ベクトルを画成し、前記溶
 接工具は前記溶接工具に取り付けられる対象を含み、前記対象は所定のパターンで前記対
 象に取り付けられる複数の第2のポイントマーカを含み、前記第2のポイントマーカの所
 定パターンは、剛体を画成するよう動作する、溶接工具と、

を含む、ステップと、

(i i) データ取り込みコンポーネントであって、該データ取り込みコンポーネント
 は前記第1のポイントマーカ及び前記第2のポイントマーカの少なくとも一方の画像を取

10

20

り込むための撮像システムを含む、データ取り込みコンポーネントと、

(i i i) データ処理コンポーネントであって、該データ処理コンポーネントは、前記データ取り込みコンポーネントから情報を受信し、次いで、

(1) 前記撮像システムによって視認できる三次元空間に対する前記作業経路の位置及び向きと、

(2) 前記剛体に対する前記工具ポイントの位置及び前記工具ベクトルの向きと、

(3) 前記作業経路に対する前記工具ポイントの位置及び前記工具ベクトルの向きと、を計算するよう動作する、データ処理コンポーネントと、を含む、ステップと、

(b) 溶接訓練生によって行われる実際の訓練演習から得られるデータを前記溶接システムを用いて処理するステップと、

(c) 前記溶接システムを用いて、複数の所定の目標から訓練目標を受信するステップと、

(d) 前記溶接システムを用いて、前記溶接訓練生のためのカリキュラムを初期化するステップであって、前記カリキュラムは前記選択された訓練目標に基づく、ステップと、

(e) 前記溶接システムを用いて、訓練演習のパフォーマンスを観察するステップであって、前記訓練演習は、前記カリキュラムのコンポーネントに基づくか、又は前記カリキュラムのコンポーネントであり、前記訓練演習は少なくとも1つの実行タスクを含む、ステップと、

(f) 前記溶接システムを用いて、リアルタイムフィードバックを前記溶接訓練生に提供するステップであって、前記リアルタイムフィードバックは、前記訓練演習中の前記溶接訓練生のパフォーマンスに基づく、ステップと、

(g) 前記訓練演習中に収集され、処理された溶接品質データに基づいて前記溶接訓練生のパフォーマンスを前記溶接システムを用いて評価するステップと、

(h) 動的な管理限界、実施中の溶接施工要領 (W P S) の動的調整、動的変動要素実施可能性、動的形態実施可能性、動的個別指導、前記溶接内の異種セグメント、位置による動的な管理限界又は統合された小テストのうちの1つ以上に基づく前記溶接訓練生のパフォーマンスに基づいて、前記カリキュラムを前記溶接システムを用いて自動的に変更するステップと、

を含む、方法。

【請求項 2】

前記訓練目標は、公開目標と、非公開目標と、公開目標及び非公開目標の組み合わせとを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記カリキュラムは一連の所定タスクを含み、前記一連の所定タスクは、溶接施工要領の形である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記訓練演習は、アーク OFF モード又はアーク ON モードのどちらか一方で実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記溶接システムを用いて、前記カリキュラムの修了後に資格証明を前記溶接訓練生に授与するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記溶接システムは、少なくとも1つのクラウドベースサーバと通信する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記カリキュラムは形態変動要素を含み、前記形態変動要素は、プロセス種類、接合部種類、位置、材料種類、厚さ、ルート間隔、ルート着床、開先角度、及びそれらの組み合わせのうちの1つ以上を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記カリキュラムは実行変動要素を含み、前記実行変動要素は、極性、溶接棒種類、作業角度、移動角度、アーク長、移動速度、工具配置、電流、電圧、溶接寸法及びそれらの組み合わせのうちの１つ以上を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記カリキュラムは、小テスト及び個別指導のためのタスク、目標検定のための機械的試験、及び、清掃及び接合部準備タスクのうちの１つ以上を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記リアルタイムフィードバックは、前記溶接訓練生に前記少なくとも１つの実行タスクを可視化することを可能にしながら、許容できるパフォーマンスと許容できないパフォーマンスとの間の差異を強調し、前記溶接訓練生が不適切な方法で前記溶接工具を操作することを防止し、前記溶接訓練生を適切な溶接技法に指導するよう動作する、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 11】

前記リアルタイムフィードバックは、自動音声指導、指導員支援の音声指導、移行形態フィードバック、拡張現実の溶接レンダリング及びそれらの組み合わせのうちの少なくとも１つを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

自動音声指導は、自動音声コマンドの形でリアルタイムフィードバックを含み、前記自動音声コマンドは、設定された管理境界の外側にある所定の変動要素に基づいて、前記溶接訓練生に再生される予め録音された音声ファイルを含む、請求項 11 に記載の方法。

20

【請求項 13】

前記所定の変動要素は、高い優先度の変動要素から低い優先度の変動要素までの階層構造内に配置され、前記所定の変動要素は、優先度の高い順に、工具配置、工具オフセット、移動速度、作業角度、及び移動角度を含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記指導員支援の音声指導は、対話式リアルタイムフィードバックを含み、指導員は、前記溶接訓練生によって用いられる溶接レンズを通して訓練演習中の前記溶接訓練生を遠隔で見て、前記指導員は、実況音声フィードバックをマイクから前記溶接訓練生によって着用される溶接ヘルメット内部の無線ヘッドセットに中継する、請求項 11 に記載の方法。

30

【請求項 15】

前記移行形態フィードバックは、移行形態が存在する場合に、前記溶接訓練生が移行形態間の差異を学習することを支援するためのリアルタイムフィードバックを提供し、前記溶接訓練生によって着用される溶接ヘルメットに組み込まれるマイクは、音響信号サインを検出することによって、前記移行形態を計測し、前記音響信号サインは、次いで、前記移行形態が、短絡、グロービュール、スプレー、又はパルススプレーかどうかを決定するよう解析される、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 16】

前記拡張現実の溶接レンダリングは、前記訓練演習中にクラウドベースサーバへ収集されるデータを処理することに加え、前記溶接訓練生によって着用される溶接ヘルメット及び前記溶接訓練生によって用いられる溶接工具両方のリアルタイム位置及び向きの値を提供するセンサの使用を含み、前記クラウドベースサーバは、レンダリング計算又は有限要素法計算を実行し、画像データは、これらの計算に基づいて生成され、溶接演習中に作成される溶接接合部の前記溶接訓練生の視野の上に重ね合わされる、請求項 11 に記載の方法。

40

【請求項 17】

前記訓練演習は、アークOFFモードで実行され、前記重ね合わせた画像は、仮想溶接アーク及び溶融池、実際の前記溶接接合部に重ね合わせた仮想溶接ビードの3Dレンダリング、溶接接合部ルート位置の強調及び前記溶接工具のベクトルと前記母材との間の交差

50

位置のペンシル跡のうちの1つ以上を含む、請求項16に記載の方法。

【請求項18】

前記訓練演習は、アークONモードで実行され、前記重ね合わせた画像は、目標及び実際の溶融池形状及び位置、前記接合部内での目標及び実際のアーク配置、目標及び実際の工具角度、目標及び実際の工具オフセット、目標及び実際の移動速度及び前記溶接に沿った欠陥形成の実況指示のうちの1つ以上を含む、請求項16に記載の方法。

【請求項19】

前記パフォーマンス評価は、訓練ゴールの順守、認可手順必須変動要素の順守、変動性順守、溶接品質仕様の順守、標準化認証仕様の順守、相対的個体数との比較、経時的なパフォーマンス及び労働倫理のうちの1つ以上を含む、請求項1に記載の方法。

10

【請求項20】

前記訓練ゴールの順守を査定することは、所定の変動要素のための上限及び下限管理限界、溶接方向及び順序及びウィーピングパラメータのうちの1つ以上を査定することを含む、請求項19に記載の方法。

【請求項21】

前記認可手順必須変動要素の順守を査定することは、データベースに格納され、ネットワークを越えてアクセス可能であり、溶接施工方法確認試験記録又は溶接施工要領の形式を取る溶接規格のアーカイブ及び特定用途に対して承認された手順の使用を含む、請求項19に記載の方法。

【請求項22】

20

前記変動性を査定することは、前記溶接訓練生から取られた動きの計測におけるバラツキを査定することを含み、前記バラツキは、前記溶接訓練生の動きの滑らかさの指標を提供する、請求項19に記載の方法。

【請求項23】

前記溶接品質を査定することは、完了した溶接の目視検査、レーザ形状測定、完了した溶接のデジタル写真又は映像を取り込むこと及び溶接後非破壊検査のうちの1つ以上を含む、請求項19に記載の方法。

【請求項24】

前記カリキュラムは適応性があり、適応性がある前記カリキュラムは、動的管理限界、動的個別指導、溶接内の異種セグメント、位置による動的管理限界及び統合された小テストのうちの1つ以上を含む、請求項1に記載の方法。

30

【請求項25】

前記資格証明を授与することは、機動性のある印を授与することを含み、前記機動性のある印は、前記カリキュラムの1つ以上の態様の修了に基づいて溶接訓練生に授与され、前記カリキュラムの1つ以上の態様の前記修了は、溶接熟練度の鍵となるパフォーマンス尺度の少なくとも1つの測定を表すように1つ以上の資格認定機関又は団体によって認識される、請求項5に記載の方法。

【請求項26】

溶接システムであって、当該溶接システムは、

(a) データ生成コンポーネントであって、前記データ生成コンポーネントは、

40

(i) 設備であって、前記設備の寸法形状特性は予め決まっている、設備と、

(i i) 前記設備に取り付けられるよう成される母材であって、前記母材は、溶接される少なくとも1つの接合部を含み、溶接される前記接合部に沿って延在するベクトルは、作業経路を画成する、母材と、

(i i i) 校正装置であって、該校正装置は、該校正装置と一体型の少なくとも2つの第1のポイントマーカを含み、該第1のポイントマーカと前記作業経路との間の寸法形状関係は予め決まっている、校正装置と、

(i v) 溶接工具であって、前記溶接工具は、溶接される前記接合部において溶接を形成するよう動作し、前記溶接工具は、工具ポイント及び工具ベクトルを画成し、前記溶接工具は前記溶接工具に取り付けられる対象を含み、前記対象は所定のパターンで前記対

50

象に取り付けられる複数の第２のポイントマーカを含み、前記第２のポイントマーカの所定パターンは、剛体を画成するよう動作する、溶接工具と、

を含むデータ生成コンポーネントと、

(b) データ取り込みコンポーネントであって、該データ取り込みコンポーネントは前記第１のポイントマーカ及び前記第２のポイントマーカの少なくとも一方の画像を取り込むための撮像システムを含む、データ取り込みコンポーネントと、

(c) データ処理コンポーネントであって、該データ処理コンポーネントは、前記データ取り込みコンポーネントから情報を受信し、次いで、

(i) 前記撮像システムによって視認できる三次元空間に対する前記作業経路の位置及び向きと、

(i i) 前記剛体に対する前記工具ポイントの位置及び前記工具ベクトルの向きと、

(i i i) 前記作業経路に対する前記工具ポイントの位置及び前記工具ベクトルの向きと、を計算するよう動作する、データ処理コンポーネントと、

を含み、

当該溶接システムは、

溶接訓練生によって行われる実際の訓練演習から得られるデータを処理することと、

複数の所定の目標から１つ以上の訓練目標を受信することと、

前記溶接訓練生のためのカリキュラムを初期化することであって、前記カリキュラムは前記訓練目標に基づく、ことと、

訓練演習のパフォーマンスを観察することであって、前記訓練演習は、前記カリキュラムのコンポーネントに基づき、前記訓練演習は少なくとも１つの実行タスクを含む、ことと、

リアルタイムフィードバックを前記溶接訓練生に提供することであって、前記リアルタイムフィードバックは、前記訓練演習中の前記溶接訓練生のパフォーマンスに基づく、ことと、

前記訓練演習中に収集され、処理された溶接品質データに基づいて前記溶接訓練生のパフォーマンスを評価することと、

動的管理限界、実施中の溶接施工要領(WPS)の動的調整、動的変動要素実施可能性、動的形態実施可能性、動的個別指導、前記溶接内の異種セグメント、位置による動的管理限界又は統合された小テストのうちの１つ以上に基づく前記溶接訓練生のパフォーマンスに基づいて、前記カリキュラムを自動的に変更することと、

を行うよう動作可能である、溶接システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、特許請求項１、５、又は７による手作業を行う溶接工の訓練のための方法を提案する。好ましい実施形態は下位請求項内、説明内及び／又は図面内で開示されている。説明する発明は、一般に、手溶接作業の特徴を明らかにするためのシステムに関し、より詳細には、見ることができるフォーマットで、実際の溶接を手作業で行っている溶接訓練生によって生成されたデータをリアルタイムで取り込み、処理し、表示することによって、役立つ情報を溶接訓練生に提供するためのシステムに関する。

【背景技術】

【０００２】

効率的で、経済的な溶接工訓練に対する製造業界の要望は、熟練した溶接工の著しい不足の認識が、今日の工場、造船所、及び建設現場において憂慮すべき程に明らかとなっているように、過去１０年にわたって十分に裏付けられた話題であった。早期に退職する労働人口は、遅い歩みの従来の指導員による溶接工訓練と合わせて、より効率的な訓練技術の開発のための原動力であった。溶接に特有の手による巧みな技量の促進した訓練を可能にする革新が、アーク溶接の基本の迅速な教化と共に必要となっている。本明細書中に開示する特性化及び訓練システムは、向上した溶接工訓練に対するこの絶対的必要に取り組

10

20

30

40

50

んでおり、プロセスが業界全体の品質要件に合致する必要がある許容限界内にあることを保証するよう、手溶接プロセスの監視を可能にしている。今日まで、溶接プロセスの大多数は、手によって行われているが、その分野は、これらの手によるプロセスのパフォーマンスを追跡するための実用的な市販ツールが不足している。従って、様々な条件下で様々な種類の溶接を適切に行うよう、溶接工を訓練するための効率的なシステムに対する現行の必要性が存在する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

以下は、本発明のある特定の例示的な実施形態の概要を提供している。この概要は、広範な概略ではなく、本発明の鍵となるか、又は、重要な態様又は構成要素を特定するか、又は、その適用範囲を詳細に描写することを意図していない。

【0004】

本発明の一態様によれば、手溶接訓練のための方法が提供される。この方法は、溶接訓練装置を提供するステップであって、訓練装置は、更にハードウェア及びソフトウェアコンポーネントの両方を含み、訓練装置は、リアルタイムでデータを収集し、処理するよう動作し、そして、データは、溶接訓練生によって行われる実際の訓練演習から得られるステップと、既定の目標の所定数から訓練目標を選択するステップと、訓練生のためのカリキュラムを初期化するステップであって、カリキュラムは選択された訓練目標に基づくステップと、少なくとも1つの訓練演習を実行するステップであって、訓練演習は、カリキュラムのコンポーネントに基づくか、又はカリキュラムのコンポーネントであるステップと、リアルタイムフィードバックを訓練生に提供するステップであって、リアルタイムフィードバックは、訓練演習中の訓練生のパフォーマンスに基づくステップと、訓練演習中に収集され、処理された溶接品質データに基づいて訓練生のパフォーマンスを評価するステップと、任意選択的に、訓練生のパフォーマンス評価に基づいてカリキュラムを適応させるステップと、カリキュラムの修了後に資格証明、認証等を訓練生に授与するステップとを含む。

【0005】

本発明の追加の特徴及び態様は、例示的な実施形態の以下の詳細な説明を読み、理解することで、当業者にとって明らかとなる。熟練工によって正しく理解されるように、発明の更なる実施形態は、発明の適用範囲及び精神から逸脱することなく可能である。従って、図面及び関連する説明は、本質において例示的なものとして見なされるべきであり、制限するものとして見なされるべきではない。

【0006】

明細書に組み込まれ、その一部を形成する添付図面は、発明の1つ以上の例示的な実施形態を略図的に示し、上で与えた全体的な説明及び下で与える詳細な説明と共に、発明の原理を説明する役割を果たす。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の手溶接訓練のためのシステム及び方法の例示的な実施形態の訓練手法のフロー図である。

【図2】訓練目標の内訳を有するクラウドベースサーバの図である。

【図3】溶接施工要領1～5が完了し、溶接施工要領6が実施中の12の溶接施工要領のカリキュラム順序のスクリーンショットである。

【図4】横向姿勢におけるGMAWすみ肉溶接のための溶接施工要領例のスクリーンショットである。

【図5】訓練データの内訳を有するクラウドベースサーバの図である。

【図6】本発明により提供される一般的なリアルタイムフィードバックのフロー図である。

【図7】本発明の自動音声指導コンポーネントのフロー図である。

【図 8】本発明の遠隔指導員指導コンポーネントのフロー図である。

【図 9】本発明の移行形態フィードバックコンポーネントのフロー図である。

【図 10】本発明の拡張現実コンポーネントのフロー図である。

【図 11】遠隔データ処理内訳を有するクラウドベースサーバの図である。

【図 12】本発明の資格認定態様の例示的な実施形態のフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本発明の例示的な実施形態を、図面を参照して、ここで説明する。参照符号は、詳細な説明の全体を通して、様々な構成要素及び構造を参照するために用いられる。他の例において、周知の構造及び装置は、説明を簡略化するためにブロック図の形式で示されている。以下の詳細な説明は、説明のために多くの詳細を含んでいるが、当業者は、以下の詳細に対する多くの変形及び変更が、本発明の適用範囲にあることを正しく理解するであろう。従って、本発明の以下の実施形態は、請求される発明に対する一般性の何らかの損失もなく、また、それに対して制限を課すことなく、説明される。

【0009】

いくつかの実施形態において、本発明は、米国特許出願第 13 / 543 , 240 号明細書に開示された技術を組み込み、拡張しており、すべての目的に対して、その全体を本明細書中に引用して組み込む。米国特許出願第 13 / 543 , 240 号明細書は、手溶接作業の特徴を明らかにするためのシステムを開示しており、より詳細には、見ることができるフォーマットで、実際の溶接を手作業で行っている溶接訓練生によって生成されたデータをリアルタイムで取り込み、処理し、表示することによって、役立つ情報を溶接訓練生に提供するためのシステムを開示している。より詳細には、米国特許出願第 13 / 543 , 240 号明細書に開示されているシステムは、データ生成コンポーネント、データ取り込みコンポーネント、及びデータ処理コンポーネントを含んでいる。データ生成コンポーネントは、更に、設備であって、設備の寸法形状特性は予め決まっている設備と、設備に取り付けられるよう成される母材であって、母材は、溶接される少なくとも 1 つの接合部を含み、溶接される接合部に沿って延在するベクトルは、作業経路を画成する母材と、少なくとも 1 つの較正装置であって、各較正装置は、更に、それらと一体型の少なくとも 2 つのポイントマーカを含み、ポイントマーカと作業経路との間の寸法形状関係は予め決まっている較正装置と、溶接工具であって、溶接工具は、溶接される接合部において溶接を形成するよう動作し、溶接工具は、工具ポイント及び工具ベクトルを画成し、溶接工具は、更に、溶接工具に取り付けられる対象を含み、対象は、更に、所定のパターンでそれらに取り付けられる複数のポイントマーカを含み、ポイントマーカの所定パターンは、剛体を画成するよう動作する溶接工具とを含む。データ取り込みコンポーネントは、更に、ポイントマーカの画像を取り込むための撮像システムを含む。データ処理コンポーネントは、データ取り込みコンポーネントから情報を受信し、次いで、撮像システムによって視認できる三次元空間に対する作業経路の位置及び向きと、剛体に対する工具ポイントの位置及び工具ベクトルの向きと、作業経路に対する工具ポイントの位置及び工具ベクトルの向きとを計算するよう動作する。上で検討したシステムコンポーネント及び動作原理（すなわち、溶接作業を特徴付けるデータがどのように得られるか）に関して、本発明は、溶接訓練の域又は生産監視の域にあるかどうかを取得データを活用するための手段を提供し、所定の訓練目的を得るプロセスを促進するために手溶接特徴データを利用するための様々な方法を提供する。

【0010】

図 1 は、特定セットの訓練目標の選択から開始し、ある特定の溶接資格証明の獲得で終了する所定の訓練目標を達成するための本発明によるシステム及び方法を詳述するフロー図を提供している。このシステム及び方法 100 の内部には、多くの新規技法を、効果的で、効率的な方法で、ユーザが目標を達成することを助けるために含んでいる。ステップ 110 は、本明細書中に開示する発明の方法において最初のステップであり、個々の、又は、一連の訓練目標を選択することを含んでいる。これらの目標は、産業溶接工訓練規格

(例えば、米国溶接協会(AWS) D1.1)と関連してもよく、認可された又はカスタマイズされた溶接施工要領(WPS)に直接結びつけられるか、又は、溶接品質の特定レベル又は処置(例えば、ビードサイズ、凸性、欠陥形成、溶接ビード抱き合わせ、等)に関連付けられてもよい。仮想カリキュラムが、次いで、訓練の進展を通してユーザを指導するよう、選択された訓練目標に基づいてステップ120で生成される。このカリキュラムは、訓練の開始時に初期化されるが、通常、プロセス全体を通してユーザに適合させる。使用時、この方法の核は、通常、訓練演習を実行すること(ステップ130);リアルタイムフィードバック支援の有無(ステップ140);パフォーマンスを評価すること(ステップ150);及び、パフォーマンスに基づいてカリキュラムを適応又は変更すること(ステップ160)の反復的シーケンスを含んでいる。訓練演習は、ユーザが、選択したカリキュラム基準(例えば、溶接プロセス、位置、接合種類、工具操作対象、アークパラメータ、等)によって溶接を行うか、溶接アークが存在せずに工具操作力学を模倣するかのいずれか一方を行う手溶接演習として画成されてもよい。訓練演習の全体を通して、パフォーマンス変動要素の配列に関するリアルタイムフィードバックが、ユーザを目標から度を超して逸脱させないように利用することができる。各訓練演習の終わりに、(訓練目標に基づいた)パフォーマンス測定 of 配列が検討されて、進捗を判断又は評価してもよい。進捗又は後退の度合いは、次いで、ユーザのニーズに適合させるよう利用されてもよく、それは、ユーザをカリキュラムの先に進ませるか、補習訓練のためにカリキュラムで後退させるかどうかの調整であってもよい。最終的な目標が決定点155において満たされると、ユーザは、ステップ170において、所望の資格証明又は印を獲得する、仕事を得る、課程に合格する、等によって、「卒業」する。

【0011】

上で示したように、ステップ110は、システムのエンドユーザに基づいて変化してもよい個々の、又は、一連の所望の訓練目標を選択することを含んでいる。表1は、幾つかの代表的な訓練のための環境及びそれぞれの目標をリストにしている。

【0012】

【表1】

表1 手溶接訓練のための代表的な環境及び目標

| 環境 | 目標例 |
|-------------|---|
| 高等学校での溶接クラス | カスタマイズされたWPSのセットを介して溶接指導員によって定義されたエンベロープ内部の不可欠な変数を維持しながら、一連の溶接を行う能力を養う。 |
| 職業学校での溶接クラス | 事前審査を通過したWPSによって定義されたエンベロープ内部の不可欠な変数を維持しながら、一連の溶接を行う能力を養う。 |
| 組合訓練プログラム | AWS D1.1構造規格で認可された溶接工になる。 |
| メーカーによる資格 | メーカー既定の品質基準に従う一連のメーカー独特の溶接を行う能力を実証する。 |

【0013】

図1に略述する訓練手法内の多数のステップは、クラウドベースのサーバ等との幾らかの相互作用に関係している。この相互作用は、すべての目標が、公開されて共有されようと、非公開で管理されようとも、サーバ上に格納されるように、訓練目標の選択のためのような場合において必要である。図2は、訓練目標詳細の内訳と共にサーバのデータ管理区画を示している。訓練目標は、2つの異なる方法、すなわち、公開目標として、ユーザの広域コミュニティ全体にわたって共有可能であるか、又は、非公開目標として、目標に対する権限を有するユーザによってのみアクセス可能な方法で管理することができる。公

開目標の例は、産業全体にわたって標準化されてもよいものである。これは、例えば、規格認証を得るためのものであってもよい。ユーザがある特定の産業部門又は組織（例えば、AWS、IIW）に加入する場合、目標は、単純にインポートされてもよい。加えて、特定用途目標は、目標の作成者がそれらを公開すると指定した場合に、公開されてもよい。サーバは、広域のユーザコミュニティのための標準化又はカスタマイズされた訓練目標の市場を管理して、目標をインポート及びエクスポートし、実施中の目標のための測定基準を追跡する。訓練目標は、また、ユーザ用に非公開及び完全にカスタマイズ可能であってもよい。例えば、高等学校の指導員が、学期内で配分される期間に適合するよう目標を調整することを望むかもしれない、又は、メーカーが、彼らの製品に特有の溶接種類に基づいて目標を調整することを望むかもしれない。これらの目標は、再度、セキュアなクラウドベースのサーバにおいて管理されてもよく、インポートする権限を有するユーザによってインポートされてもよい。最終的に、ユーザは、訓練目標を選択するよう広域コミュニティを活用するか、ユーザがカスタマイズした目標を立案するかの、いずれか一方を行う。図2において、データ管理区画200の例示の実施形態は、遠隔データ処理コンポーネント210、訓練データコンポーネント220、及び訓練目標コンポーネント230（そのすべてはクラウドベース）を含み、それらは、ローカルマシン280に関して、ステップ260においてインポートされ、ステップ270においてエクスポートされる公開目標240及び非公開目標250を提供するよう、システムの他の態様によって、及び、それと通信してアクセス可能である。

10

【0014】

20

上記のように、仮想カリキュラムは、訓練の進展を通してユーザを指導するよう、選択された訓練目標に基づいてステップ120で生成される。それぞれの選択された目標は、訓練プロセスを通してユーザを指導するよう対応するカリキュラムが伴い、ここで、カリキュラムは、通常、履修するための1つ以上のタスクから構成されている。通常、これらのタスクは、溶接施工要領の形式であり、タスクが特定の溶接手順を習得することに向けられていることを意味する。例えば、目標が、高等学校の溶接コースに合格することにある場合、カリキュラム（図3を参照）は、特定のコースのために必要な溶接施工要領のすべてを習得することに関する進展を追跡する。カリキュラム内の各溶接施工要領は、良質な溶接を生成するためのその形態変動要素及び実行変動要素の観点から特定の溶接手順を説明している。図4は、横向姿勢におけるGMAWすみ肉溶接のための溶接施工要領例を提供し、表2は、形態変動要素の例をリストにし、表3は、実行変動要素の例をリストにしている。

30

【0015】

【表2】

表2 形態変動要素の例

| 形態変動要素 | 標準値 |
|--------|------------------------|
| プロセス | SMAW, GMAW, FCAW, GTAW |
| 接合部種類 | すみ肉、重ね、開先 |
| 姿勢 | 下向、横向、立向、上向 |
| 材質 | スチール、アルミニウム、チタン |
| 厚さ | 0.25, 0.5, 1 [in] |
| ルート間隔 | 0.03, 0.06, 0.125 [in] |
| ルート着床 | 0.03, 0.125, 0.25 [in] |
| 開先角度 | 10, 15, 20 [°] |

40

【0016】

【表 3】

表3 実行変動要素の例

| 実行変動要素 | 標準値 |
|--------|-----------------------|
| 極性 | DCEP, DCEN |
| 溶接棒種類 | ER70S-6 |
| 作業角度 | 45 ± 5 [°] |
| 移動角度 | 5 ± 5 [°] |
| アーク長 | 0.5 ± 0.125 [in] |
| 移動速度 | 10 ± 2 [lpm] |
| 工具配置 | 0.0 ± 0.1 [in] |
| 電流 | 180 ± 20 [A] |
| 電圧 | 22 ± 2 [V] |
| 溶接寸法 | 0.25 ± 0.025 [in] |

10

【 0 0 1 7 】

溶接施工要領内の管理限界は、ユーザが、これらの限界内で溶接を行う彼又は彼女の能力に関して評価されるように、訓練手法を駆り立てる。この予防の態様は、カリキュラムが適合されるステップ 1 6 0 の下でより詳細に説明される。溶接施工要領のタスクに加えて、カリキュラムは、また、教室のツールを訓練ブースに統合するための小テスト及び個別指導のためのタスク、目標検定のための機械的試験、及び、清掃及び接合部準備タスクを含んでいてもよい。

20

【 0 0 1 8 】

カリキュラムが開始されると、訓練は、公称管理限界設定の下で初期溶接施工要領で始まる。これは、訓練演習を実行すること（ステップ 1 3 0）；リアルタイムフィードバック支援の有無（ステップ 1 4 0）；パフォーマンスを評価すること（ステップ 1 5 0）；及び、パフォーマンスに基づいてカリキュラムを適応又は変更すること（ステップ 1 6 0）の反復プロセスを開始する。訓練演習は、溶接施工要領に提供された管理限界に従って、溶接接合部に沿った工具操作の実行として定義されている。これらの演習は、2つの異なる形態、アークOFF及びアークONで実行することができる。入門レベルにおいて、この演習は、通常、アークが存在しない状態で行われる。システムによって適性の向上が認められるにつれて、訓練演習は、アークON溶接に移行する。訓練目標のような、各訓練演習から得られるデータは、通常、遠隔サーバに格納される。データが、何らかの理由でローカルシステムに呼び戻される必要がある場合（例えば、パフォーマンスを評価するために）、それはサーバから取り出され、ローカルで処理され、表示される。図 5 は、クラウドベースサーバのデータストレージパーティション 5 0 0 の例示の実施形態を示し、ここで、遠隔データ処理 5 1 0、訓練データ 5 2 0、及び訓練目標 5 3 0（そのすべてはクラウドベース）は、ローカルマシン 5 8 0 に関して、ステップ 5 6 0 においてインポートされ、ステップ 5 7 0 においてエクスポートされる公開データ 5 4 0 及び非公開データ 5 5 0 を提供するよう、システムの他の態様によって、及び、それと通信してアクセス可能である。

30

40

【 0 0 1 9 】

訓練目標と同様に、訓練データは、プライバシー権の階層構造を含んでいる。データは、ユーザの広域コミュニティとの比較のために広く共有されてもよい。これは、通常、多くのユーザが積極的に訓練している公開目標に向けた訓練を行う場合に実装される。例えば、AWS は、D 1 . 1 認証を得るための目標を管理してもよい。この目標に向かって訓練しているいずれのユーザも、彼らのパフォーマンスを他者のそれと比較する目的のために、彼らのデータを共有することを選択してもよい。加えて、ユーザは、例えば、高等学校のクラス等のユーザの部分集合とデータを共有することを望んでもよい。この場合、デ

50

ータは、クラス内部で共有されるが、広域コミュニティと広く一般的には共有されない。他のシナリオでは、データが非公開情報として保守されることを必要としてもよい。例えば、ユーザは、仕事又は地位を維持することがパフォーマンスによって左右されるある特定のメーカー目標に向けて訓練していてもよい。この場合、データは、個々の訓練生及び指導員にのみ利用可能であってもよい。

【 0 0 2 0 】

先に検討したように、訓練演習の実行全体を通して、ユーザは、ステップ 1 4 0 におけるリアルタイムフィードバックメカニズムの使用を活用しても、しなくてもよい。リアルタイムフィードバックが利用された場合、そのメカニズムは、図 6 に示す全体フロー図に従って実行される。本発明の例示的な実施形態において、リアルタイムフィードバックコンポーネント 6 0 0 は、ステップ 6 1 0 の演習を開始すること、ステップ 6 2 0 の実行変動要素を測定すること、ステップ 6 3 0 の演習を終了させること又はステップ 6 4 0 のパフォーマンスを評価すること、及び、6 5 0 のフィードバック反応を提供することを含んでいる。パフォーマンスは、測定され、解析され、フィードバック反応がリアルタイムでユーザに生成される。このメカニズムの目的は、(i) 実行タスクを可視化しながら、許容できるパフォーマンスと許容できないパフォーマンスとの間の差異を強調すること、(i i) ユーザが適切な技法とは懸け離れた方法で工具を操作することを防止すること、及び(i i i) ユーザを適切な技法に指導することを支援することにある。これは、ユーザが適切な技法に対する筋肉の記憶を構築する一方で、最終的に排除しなければならない悪い癖を回避することを支援する。リアルタイムフィードバックの以下の 4 つのメカニズムが、本発明に含まれる：(i) 自動音声指導、(i i) 指導員支援の音声指導、(i i i) 移行形態フィードバック、及び(i v) 拡張現実の溶接レンダリング。各メカニズムを、下でより詳細に説明する。

【 0 0 2 1 】

図 7 を参照すると、自動音声指導は、自動音声コマンドを介してユーザにフィードバックを提供するリアルタイムフィードバックメカニズムを伴っている。本発明の例示的な実施形態において、自動音声指導コンポーネント 7 0 0 は、ステップ 7 1 0 の演習を開始すること、ステップ 7 2 0 の実行変動要素を測定すること、ステップ 7 3 0 の演習を終了させること又はステップ 7 4 0 の限界違反を判断すること、7 5 0 の高い優先度の違反を決定すること、及び、ステップ 7 6 0 の是正音声ファイルを再生することを含んでいる。どの変動要素が管理限界の外側にあるかによって、予め録音されたファイルが、再生される。下の表 4 に示すように、どの高い優先度の変動要素がより低い優先度の変動要素よりも優先されるかによって、階層構造が確立される。何らかの所定のデータ解釈フレームにおいて、ただ 1 つの指導コマンドだけが、優先度階層に基づいて実行される（例えば、工具配置は、移動速度よりも優先される工具角度よりも優先される、等）。コマンドは、指示によるものであり、これは、コマンドがユーザを遵守の方向に指導する（例えば、パフォーマンスが下方境界を超えている場合、コマンドは、所定の変動要素を増加させるよう訓練生に指導する）ことを意味する。

【 0 0 2 2 】

【表 4】

表4 自動音声指導の階層構造

| ランク | 変動要素 |
|-----|---------|
| 1 | 工具配置 |
| 2 | 工具オフセット |
| 3 | 移動速度 |
| 4 | 作業角度 |
| 5 | 移動角度 |

【 0 0 2 3 】

図 8 を参照すると、遠隔指導員指導は、対話式リアルタイムフィードバックメカニズムであり、ここで、指導員は、訓練生のパフォーマンスのレンズを通した実況映像を遠隔で見て、ヘルメットを通した音声フィードバックを提供する。実際には、1つのカメラ又は複数のカメラのセットが、溶接レンズを通して溶接工の視野と一致する実況画像を取り込む。これらの画像は、指導員によって操作される視聴ポータルに転送される。指導員は、次いで、訓練生の技量を見て、解析できる。溶接工のパフォーマンスに基づいて、指導員は、マイクから訓練生の溶接ヘルメット内部の無線ヘッドセットへ実況音声フィードバックを中継してもよい。これは、訓練生の「肩越しに見ている」指導員をエミュレートする。図 8 に示すように、本発明の例示的な実施形態において、遠隔指導員指導コンポーネント 8 0 0 は、ステップ 8 1 0 の演習を開始すること、ステップ 8 2 0 のレンズを通した画像を取り込むこと、ステップ 8 3 0 の演習を終了させること又はステップ 8 4 0 の指導員に遠隔で取り込んだ映像を見せること、及び、ステップ 8 6 0 のヘッドセットを用いて指示を送信することを含んでいる。

10

【 0 0 2 4 】

図 9 を参照すると、移行形態フィードバックは、訓練生が移行形態間の差異を学習することに役立つリアルタイムフィードバックメカニズムである。本発明の例示的な実施形態において、移行形態フィードバックコンポーネント 9 0 0 は、ステップ 9 1 0 の演習を開始すること、ステップ 9 2 0 の音響サインを測定すること、ステップ 9 3 0 の演習を終了させること又はステップ 9 4 0 の音響サインを解析すること、ステップ 9 5 0 の移行形態を判断すること、及び、ステップ 9 6 0 のヘッドセットによる不十分な移行形態の存在を送信することを含んでいる。このメカニズムは、ガスマタルアーク溶接 (GMAW) 及びフラックスコールドアーク溶接 (FCAW) のようなワイヤ供給アーク溶接プロセスにおいてのみ、これらのプロセスが移行形態を明らかにするように、適用可能である。移行形態を測定する手段は、溶接ヘルメットに組み込まれたマイクによって提供される。音響信号サインは、短絡、グロービュール、スプレー、又はパルススプレーのいずれかとして移行形態を判断するよう解析される。

20

【 0 0 2 5 】

図 1 0 ~ 1 1 を参照すると、拡張現実は、アーク OFF 及びアーク ON 訓練両方のためのリアルタイムフィードバック手段を提供している。両方の場合において、センサは、クラウドベースサーバに対するデータを処理することに加えて、溶接ヘルメット及び溶接工具両方のリアルタイムの姿勢及び向きを提供する。このサーバは、プロセッサ集約型レンダリング計算及び/又は有限要素法計算を実行して、ローカルシステムに溶接接合部の訓練生の視野の上に重ね合わされるべき画像データをフィードバックする。図 1 0 は、センサ及び拡張現実のためのデータフローを略述している。本発明の例示的な実施形態において、拡張現実コンポーネント 1 0 0 0 は、ステップ 1 0 1 0 の演習を開始すること、ステップ 1 0 2 0 のプロセス、工具、及びヘルメット変動要素を測定すること、ステップ 1 0 3 0 の演習を終了させること又はステップ 1 0 4 0 のデータをサーバに送信すること、ステップ 1 0 5 0 の拡張現実レンダリングを処理すること、及び、ステップ 1 0 6 0 のレンダリングしたデータを返すことを含んでいる。アーク OFF 溶接のために、重ね合わせた画像は、仮想溶接アーク及び溶融池、実際の溶接接合部に重ね合わせた仮想溶接ビードの 3 D レンダリング、溶接接合部ルート位置の強調、溶接工具ベクトルと母材との間の交差位置のペンシル跡、及び/又は他の特徴を含んでもよい。アーク ON 溶接のために、重ね合わせた画像は、目標及び実際の溶融池形状及び位置 (これは、溶融池を操作することを学習する第 1 のステップである)、接合部内での目標及び実際のアーク配置、目標及び実際の工具角度、目標及び実際の工具オフセット、目標及び実際の移動速度、溶接に沿った欠陥形成の実況指示、及び/又は他の特徴を含んでもよい。訓練目標と同様に、クラウドベースサーバは、通常、拡張現実フィードバックのためのデータを管理するように利用される。具体的には、サーバの処理能力が、低いデータカウント情報 (プロセス、工具、及びヘルメット) を取り、即座にユーザのシースルーディスプレイ上に重ね合わせる

30

40

50

ことができる画像レンダリングを出力するよう、利用される。図 11 は、本発明の遠隔データ処理機能 1100 を示し、ここで、訓練目標 1110、訓練データ 1120、及び遠隔データ処理 1130（そのすべてはクラウドベース）は、1140 において実況データストリームを受信し、1150 において選択されたレンダリングを処理し、1160 においてレンダリングされたデータストリームを出力するシステムの態様によって、及び、それと通信してアクセス可能である。

【0026】

ステップ 150 において上記で示したように、各訓練演習の終了時に、ユーザは、溶接パフォーマンスを評価する機会を与えられる。パフォーマンス評価の種類は、訓練ゴールの順守、認可手順必須変動要素の順守、変動性順守、溶接品質仕様の順守、標準化認証仕様の順守、相対的個体数との比較、経時的なパフォーマンス、労働倫理、及び/又は、パフォーマンスの他の要因及び対策を含んでいてもよい。

【0027】

訓練ゴールの順守を査定することは、各変動要素に対する上限及び下限管理限界を含んでいてもよく、ここで、偏差が解析のためにフラグを立てられる。限界は、溶接の長さ、例えば、直線溶接上の異なる開始/停止領域、又は、5G 管溶接のために連続的に変化する角度に沿って変化してもよい。限界は、異なる溶接パスに対して変化してもよく、例えば、作業角度、チップから接合部までの距離、及びチップから接合部のオフセットは、横向往き肉溶接上のパスによって変化してもよい。訓練ゴールは、また、立向上進対下進等の溶接方向及び順序を含んでいてもよい。例えば、アルミ溶接に対してクレータを充填するようバックアップすること、歪みを制御するためのブロック溶接又は「バックアップ」順序、多数の接合部を有する複雑な部分上で溶接される接合部の順序、及び/又は、多数のビードの重ね合わせ。システムは、通常、トーチをベクトル開始からベクトル停止まで物理的に動かすことによって、溶接接合部位置に関する一連のベクトルを作成することによってプログラム化されている。各ベクトルに対しては、位置（開始場所に関する+/-公差を有する）、方向（接合部に対する角度方向に関する公差を有する）、及び長さ（+/-公差を有する）を有している。訓練ゴールは、また、ウィーピングパラメータを含んでいてもよい。3つのパラメータが、ウィーピングすなわち、ウィーピング幅、ウィーピング進度、及びウィーピング回数の特徴付けるために用いられる。低域フィルタ（例えば、平均化）が、データ、及び、従って、極点な横方向のバラツキ（移動方向全体に対して）を平滑化するために位置データに適用される。これら3つのウィーピングパラメータは、次いで、その他のパラメータと同様に上限及び下限と比較される。解析に関して、すべてのパラメータは、溶接部分が順守内にあると思われるために、同時に受容限界内になければならない。すべてのパラメータが順守内にある溶接の割合（長さ又は時間による）は、全体のスコアを査定するために用いられ、定常状態を達成するために必要な及び開始時間/距離が計算されてもよい。

【0028】

認可手順必須変動要素の一貫した順守を査定することは、データベースに格納され、ネットワークを越えてアクセス可能であり、溶接施工方法確認試験記録（PQR）又は溶接施工要領（WPS）の形式を取っていてもよい、溶接規格のアーカイブ及び特定用途に対して承認された手順を含んでいてもよい。溶接規格は、溶接特性、品質、又は生産性要件に合致するよう、特定のパラメータ（必須変動要素）に関して制限を課してもよく、データベース記録内部のフィールドは、所定の手順に対する規制を特定する。例は、溶接の電流範囲、電圧範囲、速度範囲、ワイヤ供給速度、移動速度、ウィーピング幅、最大入熱（計算された）、溶接ビードサイズ範囲（計算された）、金属移行形態（アーク信号から推測）を含んでいる。システムは、また、実際値を測定し、限界を超える偏差を特定する。例えば、実際の溶接入熱は、最大許容溶接入熱を超えている。溶接入熱は、測定された溶接電流、電圧、及び移動速度から計算される。システムは、また、データを統計的に解析する。必須変動要素からのいずれの偏差も、溶接を「不合格」とする。所定の溶接及び場所に対して特定された偏差が特定される。多数の溶接からの結果は、傾向を評価するため

10

20

30

40

50

に用いられる（例えば、訓練生は、高いスコアを得るよう経時的な手順要件の一貫した順守を実証しなければならない）。システムは、また、結果をアーカイブし、ユーザに表示し、それは、警告を溶接工／監督者に送信し、特定の溶接に関する検査のきっかけとするために用いられてもよい。持続している偏差は、矯正（例えば、追加訓練）すべきパフォーマンス問題にフラグを立て、スコアは、経時的必須変動要素に順守する能力を反映している。システムは、また、手順のためのパラメータの重要性及びパフォーマンスが手順要件に順守するようどのように調整されるべきかに関する個別指導を提供する。

【0029】

変動性を査定することは、訓練生の動きの滑らかさの指標を与える動きの計測におけるバラツキを伴う。スコアは、平均からの各パラメータの正規化された最大のバラツキに基づく。これは、移動時間窓（例えば、5秒）又は溶接全体にわたって計算されてもよい。代替として、頻度解析法（例えば、FFT）が、パワースペクトル内の高頻度成分を特定するために適用されてもよい。これは、好ましい度数分布と比較されてもよい。この場合、トーチ位置における段階的变化（例えば、5G管溶接のための移動角度に対する変化）は、計算で無視され得る。また、最適ウィービング回数は、比較のための基準線として用いることができる。非常駐領域（開始／停止）は、これらの計算で無視され得る。

【0030】

溶接品質を直接査定することは、溶接品質情報を取り込むための様々な方法を含んでいる。訓練生／指導員は、溶接を視覚的に検査することを質問され、結果がアーカイブされる。これは、溶接の表示画像、及び、品質指標（例えば、ポロシティ、溶接サイズ、等）を記録するための溶接上にユーザがドロップするアイコンを含んでいてもよい。データは自動的にアーカイブされる。代替として、レーザ形状測定が、溶接の表面を検査するために用いられてもよく、データはアーカイブされる。別の代替物は、溶接のデジタル写真／映像を取り込むこと及びデータをアーカイブすることを含んでいる。連続溶接の溶接後非破壊検査も、完了されてもよく、結果は、データベース記録に関連付けられてもよい。全体的な解析に関して、測定は、所望の溶接ビード特性を達成するための溶接工の能力を査定するよう、対象と比較されてもよい。これらの品質測定を溶接工の技量に関連付けることによって、溶接工は、技法と品質との間の関係を学ぶことができる。直接的な溶接品質測定が利用可能である場合、これらは、経時的な管理限界を自動的に適合させて、許容できる溶接を生成する技法の範囲を綿密に計画するために用いられてもよい（すなわち、システムは、許容できる溶接を生成する最適な組み合わせを学習する）。例えば、多くの溶接が、僅かに異なる技法により行われた場合、結果として許容できない溶接品質を生じる技法は、最適なパフォーマンス基準の外側にあると判断され得る。

【0031】

訓練認証に対する順守による溶接品質を査定することは、1つのデータベース内で訓練パフォーマンスと機械的試験及びNDEの結果とを関連付け、訓練生を全体の資格プロセスに合格させる。訓練認証に対する順守による溶接品質を査定することは、また、実施されるべき溶接の種類（パラメータ、等）、試験クーボン、機械的試験結果、等を含んでもよい。公認の審判員は、通常、検定結果の承認に関して正式な同意を行う。個体数に対してパフォーマンスを査定することに関して、データは、以下の種類のグループ：クラス、学年レベル、業種、等の中の個人からの情報を含むオンラインデータベース内で比較される。経時的なパフォーマンス向上を査定することに関して、データはベンチマーク学習速度と比較され、一定期間からのデータは、測定向上又はそれらの欠如に対して以前の期間と比較され、そして、学習の割合が、特定の手溶接技法に対する適性を判断するために用いられる。労働倫理を査定することに関して、システムは、訓練のために割り当てられた合計時間に対して工具を操作することに費やした時間を計測し、システムは、工具操作時間を「アークOFF」及び「アークON」時間に区別する。

【0032】

先に示したように、本発明のカリキュラムコンポーネントは、ステップ160として適応されてもよい。ユーザに演習毎のパフォーマンス評価を提供することに加えて、訓練手

10

20

30

40

50

法は、また、演習毎の対象を動的に調整するよう訓練生のパフォーマンスを用いる。訓練手法は、訓練の進行を訓練生の実際の上達に向けてカスタマイズするよう知的学習機能を用いる。適応カリキュラムの目標は、訓練生の進歩を指導して、早期学習及び、必要に応じて、補習訓練のための手段の両方を提供することにある。これは、動的な管理限界、実施中のWPSの動的調整、動的変動要素実施可能性、動的形態実施可能性、動的個別指導、溶接内の異種セグメント、位置による動的な管理限界、及び、統合された小テストを含む多数のメカニズムを通して達成される。

【0033】

実施中のWPSの動的調整に関して、訓練生が所定の溶接手順を習得するにつれて、システムは、自動的に訓練生をカリキュラム内の次のWPSに前進させる。訓練生が実施中のWPSに苦勞している場合、システムは、自動的に訓練生を補習訓練のために以前のWPSに戻るよう移す(「世界」から「世界」へ移動する)。動的変動要素実施可能性に関して、訓練生が特に1つ以上の変動要素に苦勞している場合、システムは、これを認識し、1度に1つ、1度に2つ、等となるよう、自動的に変動要素の実施可能性を移動させる。動的形態実施可能性に関して、システムは、強制的に訓練生にアークONモードを可能にする前にアークOFFモードにおける最適パフォーマンス基準を最初に習得させる。動的個別指導に関して、システムは、生徒がある特定の変動要素に苦勞していることを認識し、自動的に変動要素(すなわち、移動速度が常に速すぎる、速度を安定させるための姿勢に関する個別指導を提供する、又は、高速による溶接のマクロ、等)に重点を置いた個別指導を提供する。加えて、訓練生が新しい接合部、位置、プロセス、等を有する新しいWPSへと上達するにつれて、個別指導は、それらの新しい溶接状況に関して提供される。加えて、システムは、欠陥形成を認識し、欠陥が何か、及び、どのようにそれらを軽減できるかに関する個別指導を提供する。小テストが、基本的な溶接原理の教室での理解を試験するためにシステムに組み込まれてもよい。

【0034】

先に示したように、訓練生は、ステップ170において資格証明を獲得してもよい。訓練手法における最終段階は、すべての訓練目標が完了すれば、認識される。本発明の手法の他の態様と同様に、獲得した資格証明は、選択した訓練目標の種類によって決まる。下記の表5は、様々な種類の資格証明をリストにしている。

【0035】

【表5】

表5 手溶接訓練のための代表的な環境及び資格証明

| 環境 | 資格証明例 |
|-------------|----------------------|
| 高等学校での溶接クラス | 高等学校の履修単位のための合格点を得る。 |
| 職業学校での溶接クラス | 職業学校の履修単位のための合格点を得る。 |
| 組合訓練プログラム | 産業による認証及び職業斡旋 |
| メーカーによる資格 | 職業斡旋 |

【0036】

本発明の資格認定の態様は、多数の資格認定機関によって認可されるが、溶接の熟練度の1つ以上の鍵となるパフォーマンス尺度を測定する単一のシステムを用いて管理される互換性のある資格認定を可能にする手法を含んでいる。これらの資格証明又は「印」は機動性があり、これは、それらが認識される場所ならどこでも技能の開示として用いることができることを意味する。それらは、また、1つの資格認定機関から次へ幾つかの形の等価物を伝えてもよい。この手法の核となる構成要素は、印の所得者、印イベントの生成者、印発行者、及び、印贈呈者を含む。図12は、この手法の一実施形態及び各構成要素のそれぞれの役割を示している。この実施形態において、資格認定コンポーネント1200

は、ステップ 1 2 1 0 の印所得者によって達成される目標を特定すること、ステップ 1 2 2 0 の印生成イベントの発生の印発行団体に通知すること、ステップ 1 2 3 0 の印の発行に関して（印発行者によって）決定を行うこと、ステップ 1 2 4 0 の印所得者に成績を（印発行者によって）通知すること、ステップ 1 2 5 0 の印の発行を拒否すること又はステップ 1 2 6 0 の成績の（印所得者による）承諾、ステップ 1 2 7 0 の更新された印情報を（印贈呈者によって）受理すること、及び、ステップ 1 2 8 0 の印を適用することを含んでいる。印所得者が認可された溶接目標を達成する場合、（ i ）印所得者の名前、（ i i ）印所得者の電子メールアドレス、（ i i i ）印所得者の固有 ID、（ i v ）目標、及び（ v ）関連するパフォーマンスデータを含む、目標に関するすべての関連情報を有する電子メールが、印生成装置によって書式設定される。印発行者は、次いで、パフォーマンスデータを調べ、パフォーマンスデータが印を生成するための基準に合致するか否かに関して、判断を行う。印発行者は、通常、溶接熟練度の獲得を認可、要求、又は承認する何らかの団体（例えば、AWS、IIW、職業学校、高等学校、及び産業メーカー、等）であってもよい。パフォーマンスデータが満足の行くものであった場合、合格した成績に関する通知が、印所得者に提供される。この通知は、通常、従って、印が公式に認可され、印贈呈者が印所得者に関する更新された印情報を受理する前に、印所得者による肯定的な受諾を伴う。これらの贈呈者は、様々なソーシャルメディアと同様の団体、発行者自身、又は他の適切な団体を含んでいる。

10

【 0 0 3 7 】

本発明をそれらの例示的な実施形態の説明により示し、実施形態をある特定の詳細において説明してきたが、添付特許請求の範囲の適用範囲をかかると詳細に制限又は、何らかの方法で限定することは、出願人の意図するものではない。追加の利点及び変更は、当業者にとって容易に明らかとなろう。従って、その広範な態様における発明は、特定の詳細、代表的な装置及び方法、及び／又は、図示し、説明した例示の実施例のいずれかに限定されるものではない。従って、出願人の全体的な発明概念の精神又は適用範囲から逸脱することなく、かかる詳細からの逸脱が行われてもよい。

20

【符号の説明】

【 0 0 3 8 】

- 1 0 0 システム及び方法
- 1 1 0 ステップ
- 1 2 0 ステップ
- 1 3 0 ステップ
- 1 4 0 ステップ
- 1 5 0 ステップ
- 1 5 5 決定点
- 1 6 0 ステップ
- 1 7 0 ステップ
- 2 0 0 管理区画
- 2 1 0 遠隔データ処理コンポーネント
- 2 2 0 データコンポーネント
- 2 3 0 目標コンポーネント
- 2 4 0 公開目標
- 2 5 0 非公開目標
- 2 6 0 ステップ
- 2 7 0 ステップ
- 2 8 0 ローカルマシン
- 5 0 0 データストレージパーティション
- 5 1 0 データ処理
- 5 2 0 訓練データ
- 5 3 0 訓練目標

30

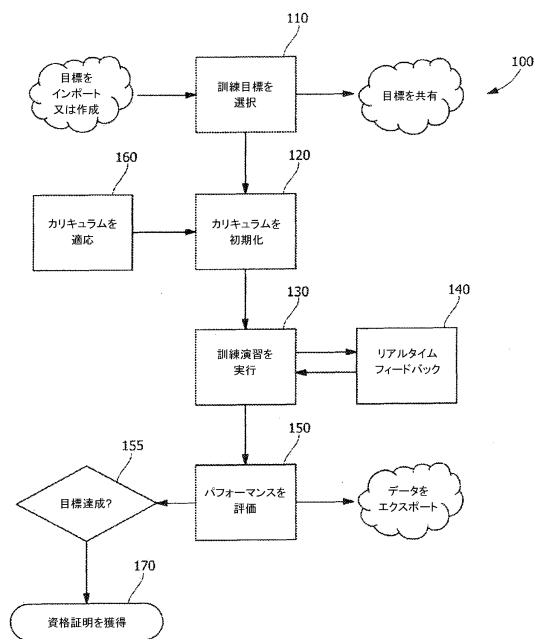
40

50

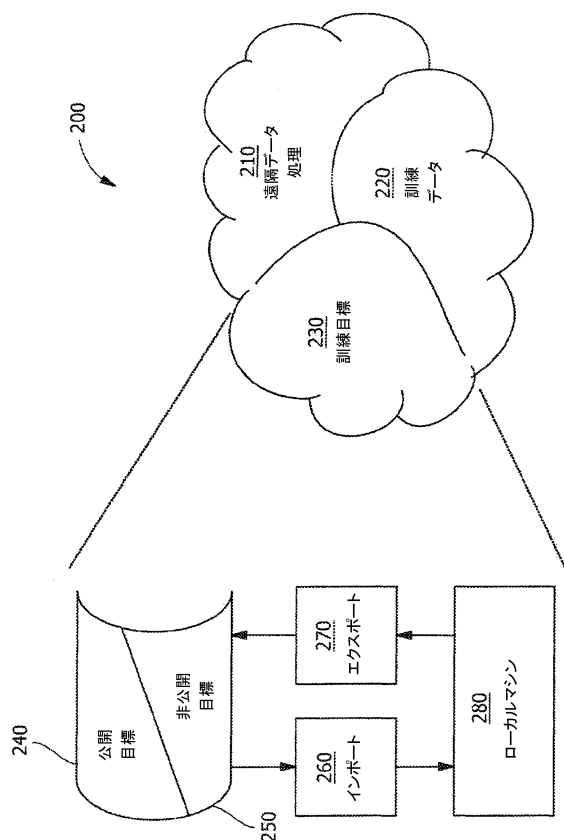
| | | |
|---------|----------------------|----|
| 5 4 0 | 公開データ | |
| 5 5 0 | 非公開データ | |
| 5 6 0 | ステップ | |
| 5 7 0 | ステップ | |
| 6 0 0 | リアルタイムフィードバックコンポーネント | |
| 6 1 0 | ステップ | |
| 6 2 0 | ステップ | |
| 6 3 0 | ステップ | |
| 6 4 0 | ステップ | |
| 6 5 0 | ステップ | 10 |
| 7 0 0 | 自動音声指導コンポーネント | |
| 7 1 0 | ステップ | |
| 7 2 0 | ステップ | |
| 7 3 0 | ステップ | |
| 7 4 0 | ステップ | |
| 7 5 0 | ステップ | |
| 7 6 0 | ステップ | |
| 8 0 0 | 遠隔指導員指導コンポーネント | |
| 8 1 0 | ステップ | |
| 8 2 0 | ステップ | 20 |
| 8 3 0 | ステップ | |
| 8 4 0 | ステップ | |
| 8 5 0 | ステップ | |
| 8 6 0 | ステップ | |
| 9 0 0 | 移行形態フィードバックコンポーネント | |
| 9 1 0 | ステップ | |
| 9 2 0 | ステップ | |
| 9 3 0 | ステップ | |
| 9 4 0 | ステップ | |
| 9 5 0 | ステップ | 30 |
| 9 6 0 | ステップ | |
| 1 0 0 0 | 拡張現実コンポーネント | |
| 1 0 1 0 | ステップ | |
| 1 0 2 0 | ステップ | |
| 1 0 3 0 | ステップ | |
| 1 0 4 0 | ステップ | |
| 1 0 5 0 | ステップ | |
| 1 0 6 0 | ステップ | |
| 1 1 0 0 | 遠隔データ処理機能 | |
| 1 1 1 0 | 訓練目標 | 40 |
| 1 1 2 0 | 訓練データ | |
| 1 1 3 0 | 遠隔データ処理 | |
| 1 1 4 0 | 実況データストリーム | |
| 1 1 5 0 | ステップ | |
| 1 2 0 0 | 資格認定コンポーネント | |
| 1 2 1 0 | ステップ | |
| 1 2 2 0 | ステップ | |
| 1 2 3 0 | ステップ | |
| 1 2 4 0 | ステップ | |
| 1 2 5 0 | ステップ | 50 |

1 2 6 0 ステップ
1 2 7 0 ステップ
1 2 8 0 ステップ

【図 1】



【図 2】



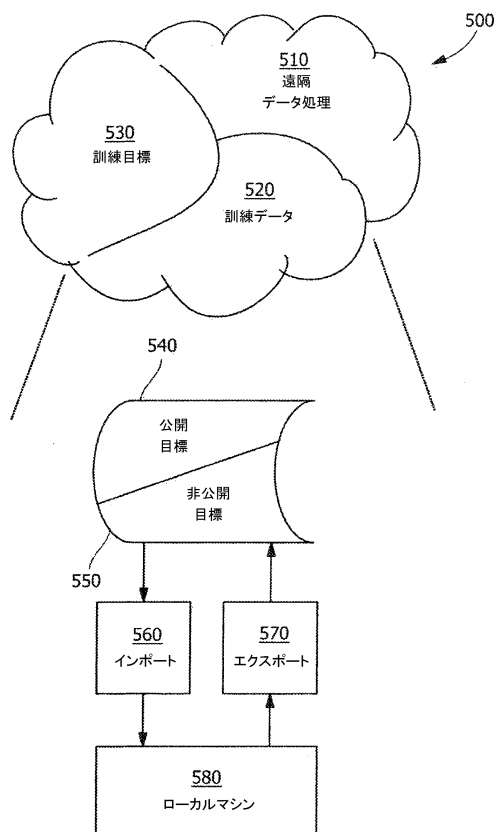
【 図 3 】

[illegible]

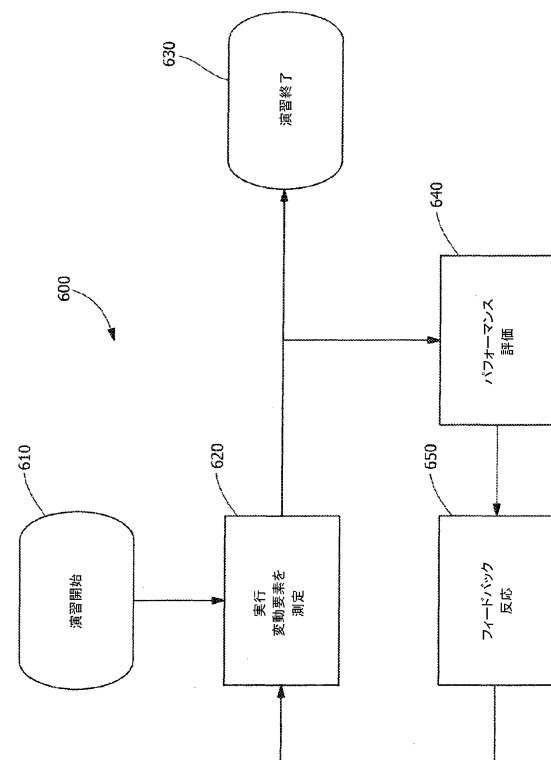
【 図 4 】

[illegible]

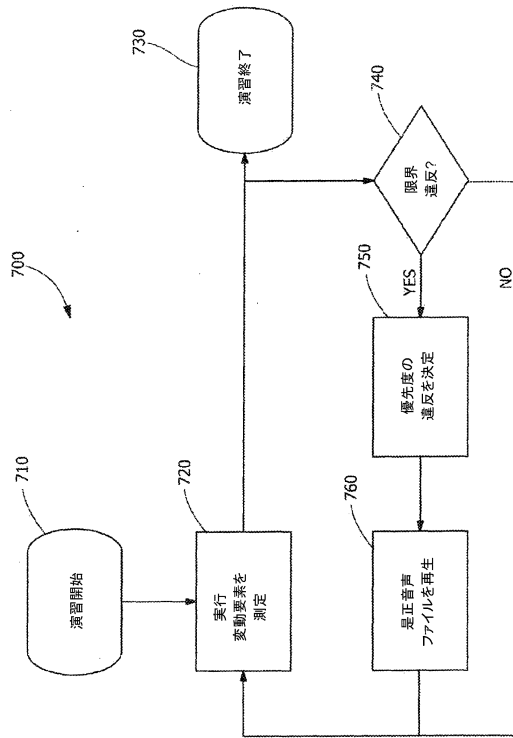
【 図 5 】



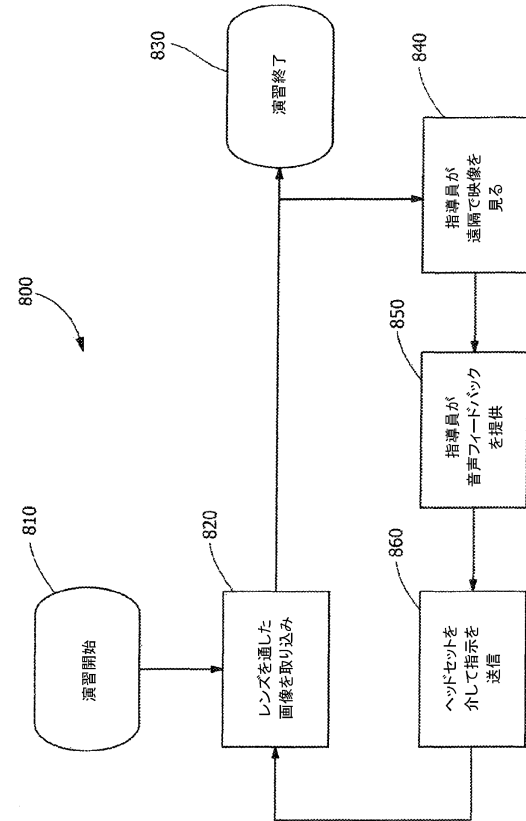
【 図 6 】



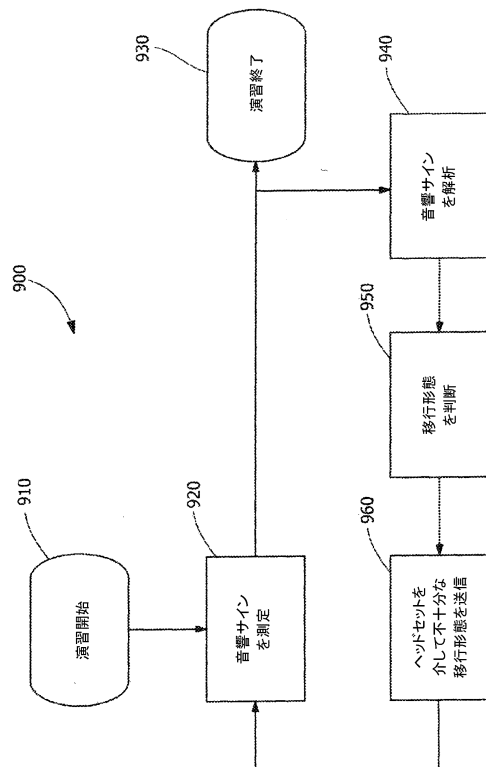
【図 7】



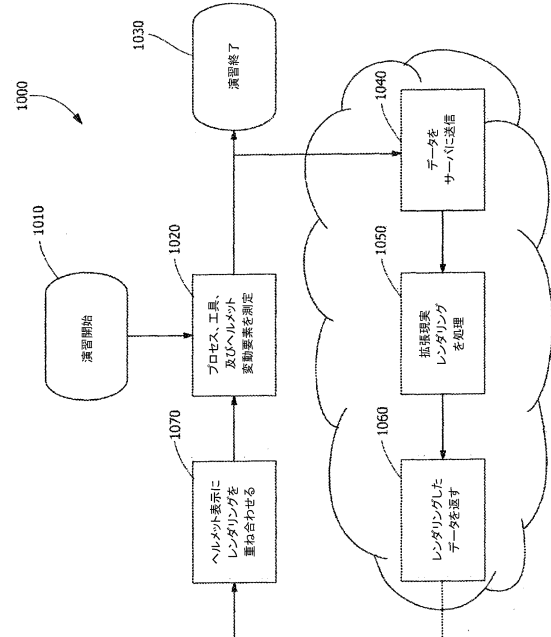
【図 8】



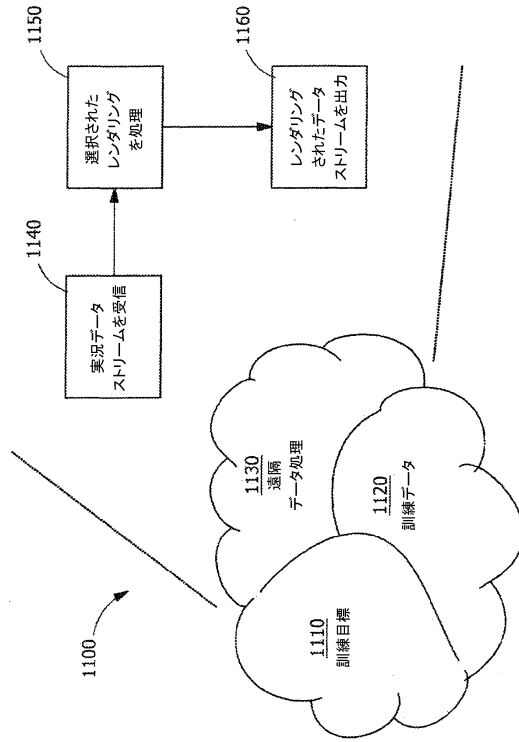
【図 9】



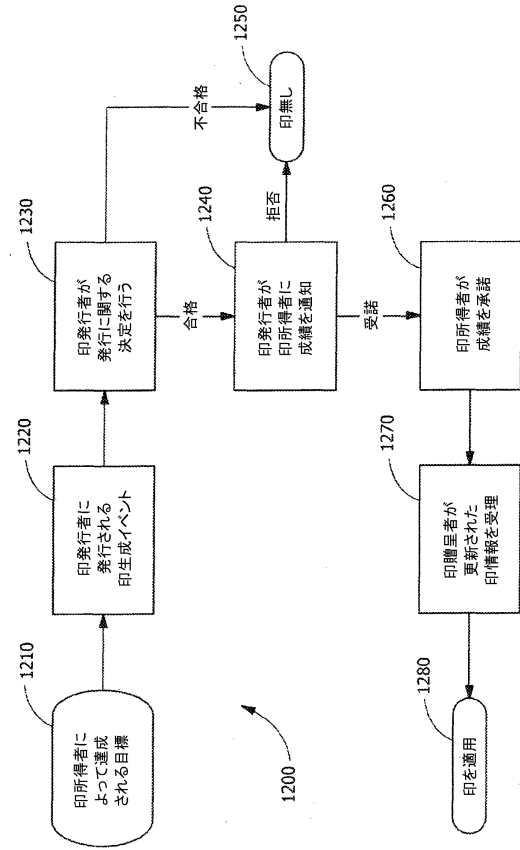
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

- (72)発明者 ブールウェア, ポール, シー
アメリカ合衆国 43220 オハイオ州, コロンバス, パートロウ・ドライブ 2212
- (72)発明者 コンラルディ, クリストファー, シー
アメリカ合衆国 43228 オハイオ州, コロンバス, クラウンウッド・ドライブ 865
- (72)発明者 クラーク, ダグラス, エー
アメリカ合衆国 43221 オハイオ州, コロンバス, シュルーズベリー・ロード 2682
- (72)発明者 フォークアー, エム, ウィリアム
アメリカ合衆国 43221 オハイオ州, コロンバス, グレンミア・ロード 2187

審査官 上田 泰

- (56)参考文献 国際公開第2014/007830(WO, A1)
米国特許出願公開第2011/0183304(US, A1)
特表2013-501260(JP, A)
特表2013-511074(JP, A)
特開2012-218058(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G09B 1/00 - 9/56, 17/00 - 19/26
G06F 17/30, 19/00
G06Q 10/00 - 10/10, 30/00 - 30/08, 50/00 - 50/20, 50/26 - 99/00