

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7540359号
(P7540359)

(45)発行日 令和6年8月27日(2024.8.27)

(24)登録日 令和6年8月19日(2024.8.19)

(51)国際特許分類

F I

G 0 8 G 1/16 (2006.01)

G 0 8 G 1/16 F

請求項の数 5 (全13頁)

(21)出願番号	特願2021-18990(P2021-18990)	(73)特許権者	000246273
(22)出願日	令和3年2月9日(2021.2.9)		コベルコ建機株式会社
(65)公開番号	特開2022-121972(P2022-121972 A)		広島県広島市佐伯区五日市港2丁目2番1号
(43)公開日	令和4年8月22日(2022.8.22)	(74)代理人	100136250
審査請求日	令和5年11月21日(2023.11.21)		弁理士 立石 博臣
		(74)代理人	100198719
			弁理士 泉 良裕
		(72)発明者	吉原 秀雄
			広島県広島市佐伯区五日市港二丁目2番1号 コベルコ建機株式会社 広島本社内
		(72)発明者	永井 政樹
			広島県広島市佐伯区五日市港二丁目2番1号 コベルコ建機株式会社 広島本社内
		(72)発明者	平岡 京
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 操作対象装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

操作対象装置であって、
操作対象を操作する被操作部と、
前記操作対象に関して最適又は準最適な最適動特性を演算し、前記操作対象に関する動特性を前記最適動特性に更新する動特性更新部と、
前記操作対象に対して特定操作を行った場合の生産性を取得する生産性取得部と、
前記動特性更新部によって前回更新された動特性を前回最適動特性として記憶する記憶部と、
前記動特性更新部で新たに演算された最適動特性である新最適動特性と前記記憶部に記憶されている前記前回最適動特性とを比較し、オペレータの疲労度を判定する疲労度判定部と、
前記疲労度判定部による判定結果に基づいて前記被操作部の操作量に応じた出力値を調整する出力調整部と、
を備え、
前記動特性更新部は、前記動特性を第1動特性に設定し、
前記生産性取得部は、前記動特性が前記第1動特性に設定されている状態で前記特定操作を行った場合の生産性を第1生産性として取得し、
前記動特性更新部は、前記動特性を前記第1動特性とは異なる第2動特性に設定し、
前記生産性取得部は、前記動特性が前記第2動特性に設定されている状態で前記特定操

10

20

作を行った場合の生産性を第 2 生産性として取得し、

前記動特性更新部は、前記第 1 動特性と前記第 2 動特性と前記第 1 生産性と前記第 2 生産性とに基づいて前記新最適動特性を演算し、

前記疲労度判定部は、前記新最適動特性が前記前回最適動特性よりも低い場合に前記オペレータの疲労度が高いと判定し、

前記出力調整部は、前記疲労度判定部によって前記疲労度が高いと判定されたことに応答して前記出力値を制限することを特徴とする操作対象装置。

【請求項 2】

作業環境が変化したか否かを判定する作業環境判定部を更に備え、

前記疲労度判定部は、前記作業環境判定部で作業環境が変化していないと判定され、前記新最適動特性が前記前回最適動特性よりも低い場合に前記オペレータの疲労度が高いと判定することを特徴とする請求項 1 に記載の操作対象装置。

10

【請求項 3】

作業内容が変化したか否かを判定する作業内容判定部を更に備え、

前記疲労度判定部は、前記作業内容判定部で作業内容が変化していないと判定され、前記新最適動特性が前記前回最適動特性よりも低い場合に前記オペレータの疲労度が高いと判定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の操作対象装置。

【請求項 4】

前記記憶部は、前記特定操作に関して作業開始から所定時間経過するまでの間に前記動特性更新部で演算された複数の最適動特性の平均値を軽疲労度動特性として更に記憶し、

20

前記疲労度判定部は、前記新最適動特性が前記軽疲労度動特性よりも低く、前記新最適動特性と前記軽疲労度動特性との変化量が所定値よりも大きい場合に前記オペレータの疲労度が高いと判定することを特徴とする請求項 1 に記載の操作対象装置。

【請求項 5】

前記疲労度判定部は、前記新最適動特性と前記前回最適動特性との変化量に応じた一の制限率を複数の制限率の中から決定し、

前記出力調整部は、前記出力値に前記一の制限率を乗じることによって前記出力値を制限することを特徴とする請求項 1 から 4 のうちいずれかに記載の操作対象装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、操作対象装置に関し、より詳細には、オペレータの疲労度が高い場合に安全に操作することが可能な操作対象装置に関する。

【背景技術】

【0002】

油圧ショベルなどの建設機械の操作は複雑であるため、操作ミスに伴う事故が多く発生している。特に、オペレータの疲労度が高い状態においては、当該オペレータの注意力が低下し、操作ミスに伴う事故が発生する確率が高くなる。

【0003】

そのため、オペレータや作業管理者などにオペレータの疲労度を適切に把握させることで積極的な休憩などを促し、作業安全性を確保することが求められている。

40

【0004】

これに対して、例えば、特許文献 1 では、操作者の疲労状態を推定するショベルが提案されている。具体的には、特許文献 1 では、操作者の上体の重心位置を推定し、当該重心位置の推移に基づいて疲労状態を推定し、推定した疲労状態が所定レベルに達している場合には所定の機能を実行する（特許文献 1 の図 7 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2020 - 004152 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、オペレータの好みや作業内容によって着座した際の上体姿勢は変化することが多い。そのため、特許文献1に記載の発明のように、上体の重心位置に基づいて疲労状態を正確に把握することは必ずしも現実的とは言えない。そして、疲労状態を正確に把握することができなければ、特許文献1に記載された所定の機能を実行しても有効とは言えない。

【0007】

また、油圧ショベルなどの建設機械では、動作速度が速いほど各種操作（停止操作など）の難易度が高くなり、作業精度が低下する傾向にある。特に、オペレータの疲労度が高い場合には作業精度が大きく低下する傾向にある。

【0008】

そこで、本発明は、オペレータの疲労度を正確に判定し、当該疲労度が高いと判定された場合に操作対象の動作速度を抑制することが可能な操作対象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】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明は、操作対象装置であって、操作対象を操作する被操作部と、前記操作対象に関して最適又は準最適最適動特性を演算し、前記操作対象に関する動特性を前記最適動特性に更新する動特性更新部と、前記操作対象に対して特定操作を行った場合の生産性を取得する生産性取得部と、前記動特性更新部によって前回更新された動特性を前回最適動特性として記憶する記憶部と、前記動特性更新部で新たに演算された最適動特性である新最適動特性と前記記憶部に記憶されている前記前回最適動特性とを比較し、オペレータの疲労度を判定する疲労度判定部と、前記疲労度判定部による判定結果に基づいて前記被操作部の操作量に応じた出力値を調整する出力調整部と、を備え、前記動特性更新部は、前記動特性を第1動特性に設定し、前記生産性取得部は、前記動特性が前記第1動特性に設定されている状態で前記特定操作を行った場合の生産性を第1生産性として取得し、前記動特性更新部は、前記動特性を前記第1動特性とは異なる第2動特性に設定し、前記生産性取得部は、前記動特性が前記第2動特性に設定されている状態で前記特定操作を行った場合の生産性を第2生産性として取得し、前記動特性更新部は、前記第1動特性と前記第2動特性と前記第1生産性と前記第2生産性とに基づいて前記新最適動特性を演算し、前記疲労度判定部は、前記新最適動特性が前記前回最適動特性よりも低い場合に前記オペレータの疲労度が高いと判定し、前記出力調整部は、前記疲労度判定部によって前記疲労度が高いと判定されたことに応答して前記出力値を制限することを特徴とする操作対象装置を提供している。

【0010】

ここで、作業環境が変化したか否かを判定する作業環境判定部を更に備え、前記疲労度判定部は、前記作業環境判定部で作業環境が変化していないと判定され、前記新最適動特性が前記前回最適動特性よりも低い場合に前記オペレータの疲労度が高いと判定するのが好ましい。

【0011】

また、作業内容が変化したか否かを判定する作業内容判定部を更に備え、前記疲労度判定部は、前記作業内容判定部で作業内容が変化していないと判定され、前記新最適動特性が前記前回最適動特性よりも低い場合に前記オペレータの疲労度が高いと判定するのが好ましい。

【0012】

また、前記記憶部は、前記特性操作に関して作業開始から所定時間経過するまでの間に前記動特性更新部で演算された複数の最適動特性の平均値を軽疲労度動特性として更に記憶し、前記疲労度判定部は、前記新最適動特性が前記軽疲労度動特性よりも低く、前記新

10

20

30

40

50

最適動特性と前記軽疲労度動特性との変化量が所定値よりも大きい場合に前記オペレータの疲労度が高いと判定するのが好ましい。

【 0 0 1 3 】

更に、前記疲労度判定部は、前記新最適動特性と前記前回最適動特性との変化量に応じた一の制限率を複数の制限率の中から決定し、前記出力調整部は、前記出力値に前記一の制限率を乗じることによって前記出力値を制限するのが好ましい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、動特性更新部で新たに演算された新最適動特性が前回更新された前回最適動特性よりも低い場合にオペレータの疲労度が高いと判定される。そのため、オペレータの疲労度を正確に判定することが可能である。また、疲労度が高いと判定されたことに応答して被操作部の操作量に対応する操作対象への出力値が制限されるため、当該操作対象の動作速度を抑制することが可能である。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 本発明の実施形態による油圧ショベル（操作対象装置）を示す図。

【 図 2 】 油圧ショベルの主要機能ブロック図。

【 図 3 】 動特性（機械応答性）と生産性（作業時間）との関係を示したグラフ。

【 図 4 】 動特性を最適動特性に更新する動特性更新処理を示すフローチャート。

【 図 5 】 アクチュエータ速度を制限する速度制限処理を示すフローチャート。

20

【 図 6 】 更新式を用いて動特性が更新される過程を示す図。

【 図 7 】 動特性が最適動特性に収束していく様子を示すイメージ図。

【 図 8 】 新最適動特性及び前回最適動特性の変化量に応じた制限率を示す図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

< 1 . 実施形態 >

本発明の実施形態による操作対象装置について、図 1 から図 7 に基づき説明する。以下では、操作対象装置の一例として、図 1 に示す油圧ショベル 1 を例示する。

【 0 0 1 7 】

図 1 に示すように、油圧ショベル 1 は、下部走行体 2 と、下部走行体 2 上に旋回可能に搭載される上部旋回体 3 と、ブーム、アーム及びバケットなどで構成される作業アタッチメント 4 と、コントローラ 5 とを備えて構成される。

30

【 0 0 1 8 】

図 2 に示すように、油圧ショベル 1 は、コントローラ 5 と、記憶部 6 と、操作レバー 7 と、アクチュエータ 8 とを備えて構成される。

【 0 0 1 9 】

コントローラ 5 は、操作対象に関する動特性をオペレータにとって最適又は準最適な動特性（以下、単に「最適動特性」とも称する）に更新する動特性更新プログラムを実行可能な制御装置である。動特性更新プログラムには、動特性を最適動特性に更新する動特性更新処理のみならず、アクチュエータ 8 の速度を制限する速度制限処理が更に含まれている。

40

【 0 0 2 0 】

なお、動特性とは、時間要素を含む操作対象（制御対象）の特性をいい、一定値に落ち着くまでの、操作対象の入力及び出力の時間を考慮した関係をいう。

【 0 0 2 1 】

また、コントローラ 5 は、動特性更新部 5 1 と、作業時間計測部 5 2 と、生産性取得部 5 3 と、作業環境判定部 5 4 と、作業内容判定部 5 5 と、疲労度判定部 5 6 と、出力調整部 5 7 とを備えて構成される。

【 0 0 2 2 】

動特性更新部 5 1 は、油圧ショベル 1 の操作対象（例えば、作業アタッチメント 4 のブ

50

ーム) に関して最適又は準最適な最適動特性を演算し、現在設定されている動特性を当該最適動特性に更新するための処理部である。

【0023】

作業時間計測部52は、油圧ショベル1の操作対象に対して特定操作を行った場合の作業時間を計測するための処理部である。

【0024】

生産性取得部53は、油圧ショベル1の操作対象に対して特定操作を行った場合の生産性を取得する処理部である。本実施形態では、生産性取得部53は、作業時間計測部52で計測した作業時間を、油圧ショベル1の操作対象に対して特定操作を行った場合の生産性として取得する。

10

【0025】

作業環境判定部54は、作業環境が変化したか否かを判定する処理部である。ここで、作業環境としては、例えば、作業現場の気温が上げられる。その場合、作業環境判定部54は、作業現場の気温の変化量が所定値以上になった場合に作業環境が変化したと判定する。

【0026】

作業内容判定部55は、作業内容が変化したか否かを判定する処理部である。本実施形態では、作業内容判定部55は、油圧ショベル1の姿勢、作動圧(ポンプ圧やシリンダ圧)及びレバー操作量などの情報から作業内容が変化したか否かを判定する。なお、油圧ショベル1の姿勢、作動圧(ポンプ圧やシリンダ圧)及びレバー操作量などの情報から作業内容を特定する方法は建設機械分野において周知技術である。

20

【0027】

疲労度判定部56は、動特性更新部51で新たに演算された最適動特性(以下、単に「新最適動特性」とも称する)と記憶部6に記憶されている最適動特性(以下、単に「前回最適動特性」とも称する)とを比較し、オペレータの疲労度を判定する処理部である。

【0028】

なお、前回最適動特性は、前回の更新処理において動特性更新部51により更新された最適動特性である。

【0029】

出力調整部57は、疲労度判定部56による判定結果に基づいて、操作レバー7の操作量に応じた出力値(アクチュエータ8の速度)を調整する処理部である。具体的には、出力調整部57は、疲労度判定部56において疲労度が高いと判定されたことに応答して操作レバー7の操作量に応じたアクチュエータ8の速度を制限する。

30

【0030】

記憶部6は、前回最適動特性を記憶する処理部である。記憶部6に記録されている前回最適動特性は、動特性更新部51によって操作対象の動特性が新最適動特性に更新された直後に書き換えられるものとする。

【0031】

アクチュエータ8は、油圧ショベル1の各部を駆動するための駆動装置であり、油圧シリンダや油圧モータなどである。

40

【0032】

本実施形態では、特定操作の一例として、油圧ショベル1によるブーム上げと旋回の複合操作(以下、単に「持ち上げ旋回操作」とも称する)を例示する。そして、特定操作において、最適なブーム立ち上がりの最適動特性を演算する場合を例示する。

【0033】

図3に示すように、持ち上げ旋回操作に関して、ブーム立ち上がりの動特性(応答性)Xと生産性(作業時間)Yとは、技量にかかわらず下に凸な関数 $F(X)$ で近似されることが分かっている。よって、関数 $F(X)$ が最小となる(作業時間Yが最も短くなる)動特性Xが最適動特性になる。

【0034】

50

公知の技術として、関数の傾き（一階微分）のみから、関数の最小値を探索するアルゴリズムの一つとして「最急降下法」が知られている。

【 0 0 3 5 】

ここでは、公知の「最急降下法」のアルゴリズムを利用し、動特性 X を変数とする作業時間 Y （生産性）の関数が不明な場合に最適動特性を演算し、動特性 X を最適動特性に更新する動特性更新処理について説明する。

【 0 0 3 6 】

また、動特性更新処理の実行中に最適動特性が演算されたタイミングでオペレータの疲労度を判定し、疲労度が高い場合にアクチュエータ 8 の速度を制限する速度制限処理についても説明する。

10

【 0 0 3 7 】

以下では、図 4 のフローチャートに沿って動特性更新処理を説明し、図 5 のフローチャートに沿って速度制限処理を説明する。

【 0 0 3 8 】

まず、ステップ $S 1$ において、動特性更新部 5 1 は、動特性 X を初期値である動特性 X_1 に設定する。なお、初期値の動特性 X_1 はランダムな値である。

【 0 0 3 9 】

次に、動特性 X が動特性 X_1 （初期値）に設定された状態でオペレータによる持ち上げ旋回操作が実施される。その際、作業時間計測部 5 2 は、持ち上げ旋回操作に要した作業時間 Y_1 を計測する。生産性取得部 5 3 は、作業時間計測部 5 2 で計測した作業時間 Y_1 を動特性 X_1 における持ち上げ旋回操作の生産性として取得する（ステップ $S 2$ ）。

20

【 0 0 4 0 】

次に、ステップ $S 3$ において、動特性更新部 5 1 は、動特性 X を動特性 X_1 （初期値）とは異なる動特性 X_2 に設定（変更）する。なお、ここでは、動特性 X_2 がランダムに設定される場合を例示しているが、これに限定されず、動特性 X_1 に所定値 δX を加算した値が動特性 X_2 として設定されるようにしてもよい。

【 0 0 4 1 】

動特性 X が動特性 X_2 に設定された状態でオペレータによる持ち上げ旋回操作が再度実施される。その際、作業時間計測部 5 2 は、持ち上げ旋回操作に要した作業時間 Y_2 を計測する。生産性取得部 5 3 は、作業時間計測部 5 2 で計測した作業時間 Y_2 を動特性 X_2 における持ち上げ旋回操作の生産性として取得する（ステップ $S 4$ ）。

30

【 0 0 4 2 】

そして、ステップ $S 5$ において、動特性更新部 5 1 は、下記の更新式を用いて更新用の動特性 X_{t+1} を演算する。なお、「 t 」の初期値は「2」である。

【数 1】

$$X_{t+1} = X_t - \eta \frac{Y_t - Y_{t-1}}{X_t - X_{t-1}}$$

40

【 0 0 4 3 】

上記の更新式において、「 X_t 」は現在設定されている動特性 X （ X_2 ）であり、「 X_{t-1} 」は前回設定されていた動特性 X （ X_1 ）である。また、「 Y_t 」は動特性 X_t （ X_2 ）における作業時間 Y （ Y_2 ）であり、「 Y_{t-1} 」は動特性「 X_{t-1} 」における作業時間 Y （ Y_1 ）である。なお、「 η 」は、学習速度（更新速度）を決定するための学習率である。

【 0 0 4 4 】

つまり、動特性更新部 5 1 は、動特性 X の増加量（ $X_t - X_{t-1}$ ）に対する作業時間 Y

50

の増加量 ($Y_t - Y_{t-1}$) に基づく勾配 ($(Y_t - Y_{t-1}) / (X_t - X_{t-1})$) に学習率 η を掛けたもので現在設定されている動特性 X_t を更新して更新用の動特性 X_{t+1} を演算する。

【0045】

ここでは、動特性更新部 51 は、図 6 の更新式 (1) に従って、動特性 X_1 と動特性 X_2 との増加量 ($X_2 - X_1$) に対する作業時間 Y_1 と作業時間 Y_2 との増加量 ($Y_2 - Y_1$) に基づく勾配 ($(Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1)$) に学習率 η を掛けたもので現在設定されている動特性 X_2 を更新して更新用の動特性 X_3 を演算する。そして、動特性更新部 51 は、ステップ S5 で演算した更新用の動特性 X_3 を動特性 X に設定する (ステップ S6)。

【0046】

ステップ S7 において、動特性更新部 51 は、更新用の動特性 X_3 が最適動特性に収束したか否かを判定する。なお、最適動特性に収束したか否かは、例えば、勾配が所定値以下になったか否かに基づき判定される。

【0047】

ここで、動特性 X_3 が最適動特性に収束したと判定されると、処理は後述のステップ S10 (速度制限処理) に進む。なお、動特性 X_3 が最適動特性に収束したと判定された場合には動特性 X_3 が最適動特性ということになる。

【0048】

一方、動特性 X_3 が収束していないと判定されるとは、処理はステップ S8 に進む。ステップ S8 においては、動特性 X が動特性 X_3 に設定された状態でオペレータによる持ち上げ旋回操作が再度実施される。

【0049】

その際、作業時間計測部 52 は、持ち上げ旋回操作に要した作業時間 Y_3 を計測する。生産性取得部 53 は、作業時間計測部 52 で計測した作業時間 Y_3 を動特性 X_3 における持ち上げ旋回操作の生産性として取得する (ステップ S8)。

【0050】

この後、ステップ S9 において「 t 」がインクリメントされ、「 t 」に「3」が設定される。

【0051】

この後、処理はステップ S5 に戻り、動特性更新部 51 は、上記の更新式を用いて更新用の動特性 X_4 を演算する。詳細には、動特性更新部 51 は、図 6 の更新式 (2) に従って、動特性 X_3 と動特性 X_2 との増加量 ($X_3 - X_2$) に対する作業時間 Y_3 と作業時間 Y_2 との増加量 ($Y_3 - Y_2$) に基づく勾配 ($(Y_3 - Y_2) / (X_3 - X_2)$) に学習率 η を掛けたもので現在設定されている動特性 X_3 を更新して更新用の動特性 X_4 を演算する。

【0052】

そして、ステップ S6 において、動特性更新部 51 は、ステップ S5 で演算した更新用の動特性 X_4 を動特性 X に設定する。そして、動特性更新部 51 は、更新用の動特性 X_4 が最適動特性に収束したか否かを判定する (ステップ S7)。動特性 X_4 が最適動特性に収束したと判定された場合には処理が後述のステップ S10 に進み、収束していない場合は処理がステップ S8 に進み、上述した処理が再度実行される。

【0053】

図 6 に示す例では、更新用の動特性 X_{t+1} は、動特性 X_3 (更新式 (1))、動特性 X_4 (更新式 (2))、動特性 X_5 (更新式 (3)) の順に更新され、最終的に動特性 X_5 が最適動特性に収束した (図 4 のステップ S7 で YES) と判定される場合が示されている。

【0054】

図 7 に示すイメージ図は、動特性 X が初期値の動特性 X_1 から最適動特性 X_5 に順次に更新されて収束する様子が示されている。なお、説明の都合上、図 7 では、下に凸のグラフを破線で便宜的に示しているが、そもそも動特性を変数とする生産性の関数は不明であるため、正確なグラフではない。

【0055】

10

20

30

40

50

ステップ S 1 0 においては、コントローラ 5 は、速度制限処理（詳細には、図 5 のフローチャートで示される処理）を実行する。

【 0 0 5 6 】

具体的には、図 5 のステップ S 1 1 において、作業環境判定部 5 4 は、作業環境が変化したか否かを判定する。ここで、作業環境が変化したと判定されると（ステップ S 1 1 で Y E S ）、処理は終了する。一方、作業環境が変化していないと判定されると（ステップ S 1 1 で N O ）、処理はステップ S 1 2 に進む。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 2 において、作業内容判定部 5 5 は、作業内容が変化したか否かを判定する。ここで、作業内容が変化したと判定されると（ステップ S 1 2 で Y E S ）、処理は終了する。一方、作業内容が変化していないと判定されると（ステップ S 1 2 で N O ）、処理はステップ S 1 3 に進む。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 3 において、疲労度判定部 5 6 は、記憶部 6 に記憶されている前回最適特性を取得する。なお、上述したように、前回最適特性は、前回の更新処理において動特性更新部 5 1 により更新された最適特性である。

【 0 0 5 9 】

そして、ステップ S 1 4 において、疲労度判定部 5 6 は、図 4 のステップ S 5 で演算した新最適特性と、ステップ S 1 3 で取得した前回最適特性とを比較する。

【 0 0 6 0 】

比較の結果、新最適特性が前回最適特性よりも低い場合（新最適特性 < 前回最適特性）には（ステップ S 1 4 で Y E S ）、疲労度判定部 5 6 は、オペレータの疲労度が高いと判定する（ステップ S 1 5 ）。ここで、新最適特性が前回最適特性よりも低い場合に疲労度が高いと判定している理由は、疲労度が高くなるにつれて高応答の油圧ショベル 1 を操縦しづらくなり、最適特性が低応答にシフトする傾向にあるからである。

【 0 0 6 1 】

一方、新最適特性が前回最適特性よりも高い場合（新最適特性 > 前回最適特性）には（ステップ S 1 4 で N O ）、疲労度判定部 5 6 は、オペレータの疲労度が低いと判定する（ステップ S 1 6 ）。ここで、新最適特性が前回最適特性よりも高い場合に疲労度が低いと判定している理由は、最適特性が高応答にシフトしたことがオペレータの疲労度がそれほど高くないことを示しているからである。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 7 において、出力調整部 5 7 は、操作レバー 7 の操作量に応じたアクチュエータ 8 の速度を制限する。具体的には、出力調整部 5 7 は、アクチュエータ 8 の速度に所定の制限率（本実施形態では 0 . 8 ）を乗じた値に制限する。その結果、アクチュエータ 8 の速度が本来の速度よりも遅くなる。

【 0 0 6 3 】

上述した実施形態によれば、新最適特性が前回最適特性よりも低い場合（新最適特性 < 前回最適特性）には（図 5 のステップ S 1 4 で Y E S ）、疲労度判定部 5 6 によってオペレータの疲労度が高いと判定される（ステップ S 1 5 ）。そのため、オペレータの疲労度を正確に判定することが可能である。

【 0 0 6 4 】

また、オペレータの疲労度が高いと判定されたことに応答して、操作レバー 7 の操作量に応じた出力値が出力調整部 5 7 によって制限される（ステップ S 1 7 ）。そのため、操作対象（アクチュエータ 8 によって駆動する部位）の動作速度を抑制することが可能である。その結果、疲労度の高いオペレータにとって油圧ショベル 1 の操作が比較的容易になり、作業安全性が向上する。

【 0 0 6 5 】

また、上述した実施形態によれば、新最適特性が前回最適特性よりも高い場合（新最適特性 > 前回最適特性）には（図 5 のステップ S 1 4 で N O ）、疲労度判定部 5 6

10

20

30

40

50

によってオペレータの疲労度が低いと判定される（ステップＳ１６）。ここで、オペレータの疲労度が低いと判定された場合には、操作レバー７の操作量に応じた出力値は制限されない。そのため、疲労度の高いオペレータに対してアクチュエータ８の速度を抑制し、作業生産性が低下するのを回避できる。

【００６６】

また、上述した実施形態によれば、作業環境が変化している場合（ステップＳ１１でＹＥＳ）や作業内容が変化している場合（ステップＳ１２でＹＥＳ）には、疲労度判定部５６によって疲労度が判定されない。作業環境が変化している場合や作業内容が変化している場合には、オペレータの疲労度ではなく、作業環境や作業内容に起因して最適動特性が低応答にシフトした可能性が高いからである。

10

【００６７】

つまり、上述した実施形態によれば、作業環境が変化しておらず（ステップＳ１１でＮＯ）、かつ、作業内容も変化していない（ステップＳ１２でＮＯ）場合にのみ、疲労度判定部５６によって疲労度が判定される。そのため、疲労度が高くなったことに起因して最適動特性が低応答にシフトしたことをより正確に判定することが可能である。

【００６８】

< ２．変形例 >

本発明による操作対象装置は上述した実施の形態に限定されず、特許請求の範囲に記載した範囲で種々の変形や改良が可能である。

【００６９】

20

例えば、上述した実施形態では、出力調整部５７によってアクチュエータ８の速度が制限される場合を例示したが、これに限定されず、エンジン馬力が制限されるようにしてもよい。あるいは、操作レバー７の応答性が制限される（応答性が低応答にシフトする）ようにしてもよい。

【００７０】

かかる変形例のように、エンジン馬力や応答性を制限すれば、上述した実施形態と同様に、疲労度の高いオペレータにとって油圧ショベル１の操作が比較的容易になり、作業安全性が向上する。

【００７１】

また、上述した実施形態では、新最適動特性と前回最適動特性とを比較する場合を例示したが、これに限定されず、新最適動特性と次述の軽疲労度動特性とを比較するようにしてもよい。軽疲労度動特性とは、事前に実施した持ち上げ旋回操作に関して作業開始から所定時間経過するまでの間に演算された複数の最適動特性の平均値である。なお、軽疲労度動特性は、記憶部６に記憶されるものとする。

30

【００７２】

かかる変形例において、疲労度判定部５６は、新最適動特性と軽疲労度動特性とを比較し、新最適動特性が軽疲労度動特性よりも低く、新最適動特性と軽疲労度動特性との変化量が所定値よりも大きい場合にオペレータの疲労度が高いと判定する。

【００７３】

上述した変形例によれば、軽疲労度動特性を予め記憶部６に記憶しておくことにより、作業開始時点からオペレータの疲労度を判定することが可能になる。

40

【００７４】

また、上述した実施形態では、疲労度が高いと判定された場合には、アクチュエータ８の速度に所定の制限率（固定値０．８）を乗じた値に当該速度が制限される場合を例示したが、これに限定されない。新最適動特性と前回最適動特性との変化量 δ に応じた一の制限率をアクチュエータ８の速度に乘じた値に当該速度が制限されるようにしてもよい。

【００７５】

具体的には、疲労度判定部５６は、新最適動特性と前回最適動特性との変化量 δ を演算し、変化量 δ に応じた一の制限率を複数の制限率の中から決定すればよい。そして、出力調整部５７は、アクチュエータ８の速度に変化量 δ に応じた一の制限率を乗じた値に当該

50

速度を制限すればよい。なお、一の制限率は、例えば、図 8 に示すテーブルに基づいて決定されるようにすればよい。かかる変形例によれば、変化量 δ （疲労度の大きさ）に応じてアクチュエータ 8 の速度を抑制する度合いを変化させることが可能である。

【 0 0 7 6 】

また、上述した実施形態では、作業現場の気温の変化量が所定値以上になった場合に作業環境が変化すると判定される場合を例示したが、これに限定されない。例えば、土質が変化した場合、作業現場（土木工事現場、林業現場、解体現場など）が変化した場合、作業を行う機械台数が変化した場合に作業環境が変化すると判定するようにしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 7 7 】

以上のように本発明に係る操作対象装置は、オペレータの疲労度によって作業精度が低下する油圧ショベルなどに用いるのに適している。

【符号の説明】

【 0 0 7 8 】

- 1 油圧ショベル
- 2 下部走行体
- 3 上部旋回体
- 4 作業アタッチメント
- 5 コントローラ
- 6 記憶部
- 7 操作レバー
- 8 アクチュエータ
- 5 1 動特性更新部
- 5 2 作業時間計測部
- 5 3 生産性取得部
- 5 4 作業環境判定部
- 5 5 作業内容判定部
- 5 6 疲労度判定部
- 5 7 出力調整部

10

20

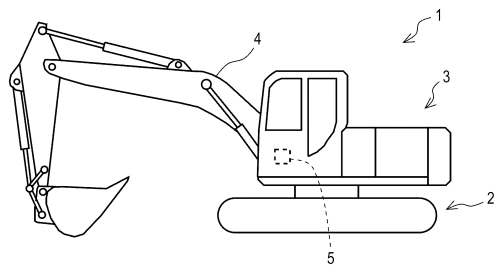
30

40

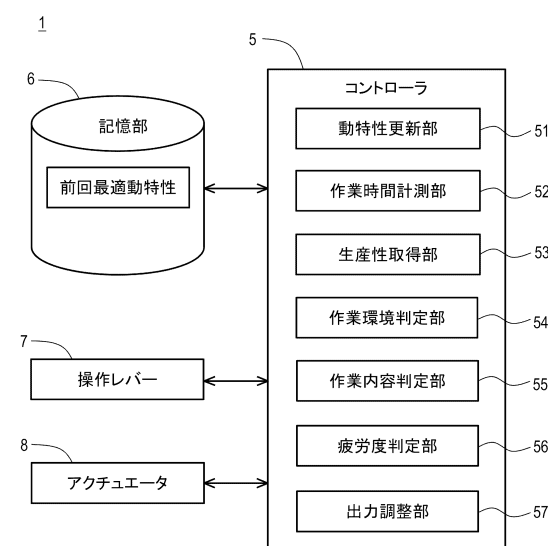
50

【図面】

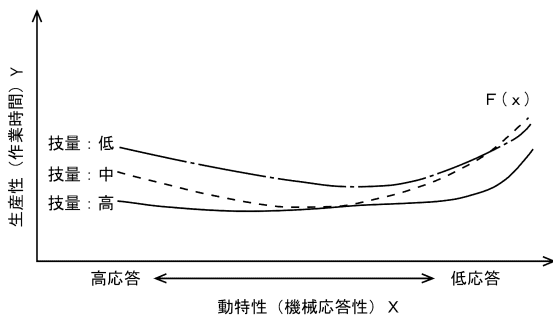
【図 1】



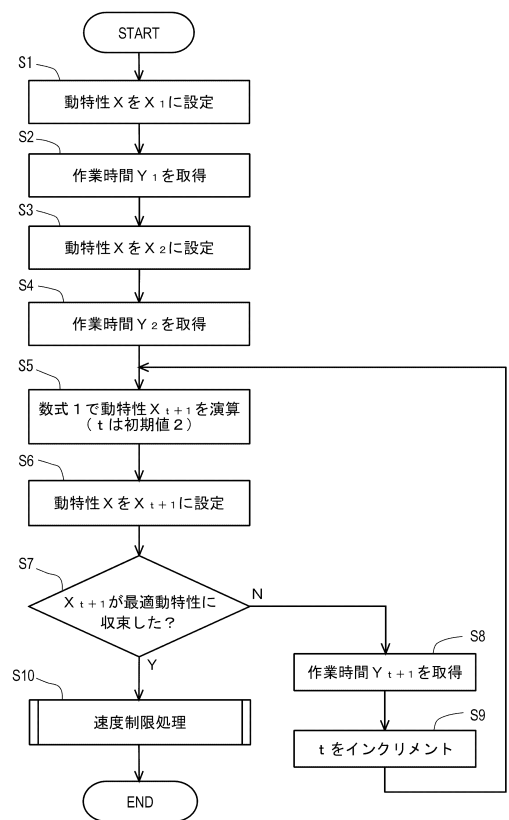
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

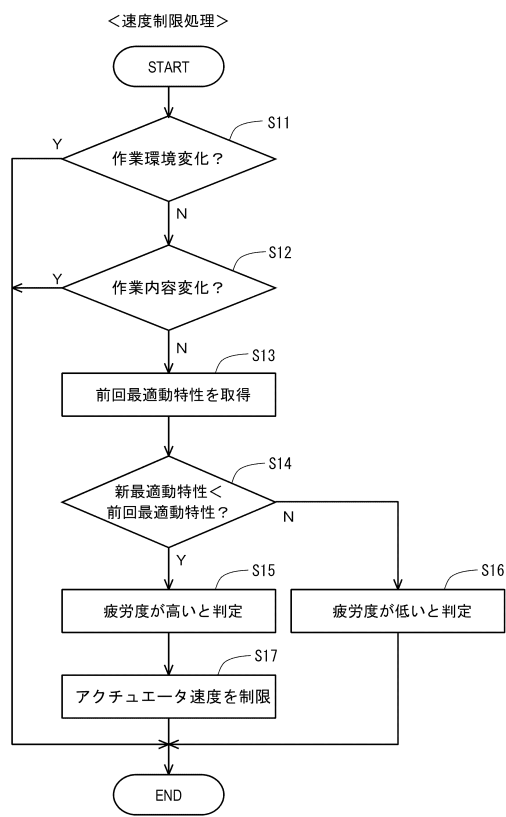
20

30

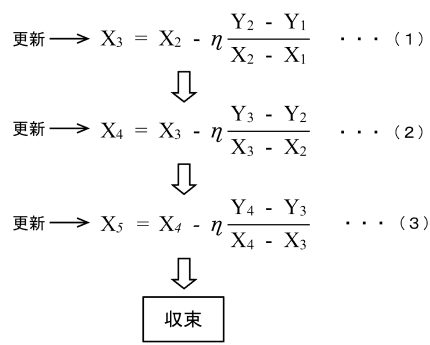
40

50

【図 5】



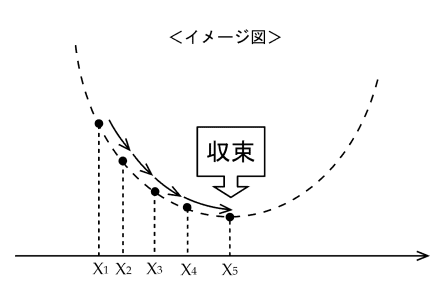
【図 6】



10

20

【図 7】



【図 8】

変化量 δ	疲労度	制限率
$\delta < \delta_1$	小	0.9
$\delta_1 \leq \delta < \delta_2$	中	0.8
$\delta_2 \leq \delta$	大	0.7

30

40

50

フロントページの続き

広島県広島市佐伯区五日市港二丁目 2 番 1 号 コベルコ建機株式会社 広島本社内
(72)発明者 島津 泰彦
広島県広島市佐伯区五日市港二丁目 2 番 1 号 コベルコ建機株式会社 広島本社内
(72)発明者 小岩井 一茂
広島県広島市佐伯区五日市港二丁目 2 番 1 号 コベルコ建機株式会社 広島本社内
(72)発明者 山▲崎▼ 洋一郎
広島県広島市佐伯区五日市港二丁目 2 番 1 号 コベルコ建機株式会社 広島本社内
審査官 佐藤 吉信
(56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 2 5 7 3 1 0 (U S , A 1)
特開 2 0 1 0 - 0 0 7 2 6 5 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 3 1 8 9 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 6 / 1 2 5 9 1 5 (W O , A 1)
特開 2 0 0 2 - 1 8 7 6 9 4 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 4 / 1 3 6 6 2 2 (W O , A 1)
特開 2 0 1 0 - 0 0 6 1 7 8 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 8 G 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0
E 0 2 F 3 / 2 8 - 3 / 4 3
E 0 2 F 3 / 6 2 7 - 3 / 9 6
E 0 2 F 9 / 2 0 - 9 / 2 2
B 6 6 C 1 3 / 0 0 - 1 5 / 0 6
B 6 6 F 9 / 0 0 - 1 1 / 0 4