

明 細 書

発明の名称： ウインチ監視方法、ウインチ監視装置及びクレーン

技術分野

[0001] 本発明は、ウインチのドラムにおけるロープの巻き取り状態を監視するための方法および装置と、当該装置を備えるクレーンと、に関する。

背景技術

[0002] クレーンは、一般に、複数のロープと、当該複数のロープの巻取り及び繰出しをそれぞれ行う複数のウインチと、を備える。前記複数のロープは、ブームを支えるブーム起伏ロープ、及び、前記ブームから垂下された状態でフックを介して吊り荷を支える吊りロープを含む。前記複数のウインチのそれぞれは、前記複数のロープのうちの対応するロープを巻き取るドラムと、前記ドラムを回転させるモーターと、を備える。

[0003] 前記ドラムでは乱巻きが生じる場合がある。前記乱巻きは、前記ロープの巻き取りが乱れた状態である。前記乱巻きは、トラブルを発生させるおそれがある。前記トラブルは、例えば、前記吊り荷が一時的に急降下することである。

[0004] 特許文献1は、クレーンを開示し、当該クレーンは、ウインチを撮影するカメラと、前記カメラにより得られる映像をキャビン内において表示する表示装置と、を含む。前記クレーンのオペレータは、前記映像により乱巻きを確認した場合、前記ロープの巻き直しのための操作を行う。

[0005] しかし前記装置では、前記オペレータが前記乱巻きの発生を見逃し、またはその発見が遅れる可能性がある。当該可能性は、前記オペレータが前記表示装置の映像の監視と吊り荷またはブームの動きなどの他の状況の監視とを並行して行わなければならない場合に高くなる。

[0006] 前記ロープの巻き取り状態は、前記ウインチの作動時間および作動回数の増加に従って、軽度の不良状態から重度の不良状態へ進行することが多い。前記重度の不良状態では、ロープの巻き直し動作が必要になる。従って、前

記乱巻きの発生の確認が遅れるほど、事態は深刻となる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2004-137035号公報

発明の概要

[0008] 本発明の目的は、ウインチのドラムにおけるロープの巻き取り不良が早期に確認されることを可能にするウインチ監視方法、ウインチ監視装置およびクレーンを提供することにある。

[0009] 提供されるのは、ドラムを備えたウインチの当該ドラムにロープが巻き取られる状態を監視するための方法である。前記方法は、前記ドラムにカメラを向けて当該カメラによる前記ドラム及び前記ロープの撮影画像を取得することと、前記撮影画像に基づいて前記ロープの巻き取り不良の有無および前記巻き取り不良がある場合の当該巻き取り不良の程度を表す不良度の判定を行うことと、当該判定の結果を出力することと、を含む。

[0010] また、提供されるのは、ドラムを備えたウインチの当該ドラムにロープが巻き取られる状態を監視するための装置である。当該装置は、前記ウインチのドラムに向けられて前記ドラム及び前記ロープの撮影画像を生成するカメラと、前記撮影画像に基づいて前記ロープの巻き取り不良の有無および前記巻き取り不良がある場合の当該巻き取り不良の程度を表す不良度の判定を行い、当該判定の結果を出力するプロセッサと、を備える。

[0011] また、提供されるのは、ブームと、ウインチと、カメラと、プロセッサと、を備えるクレーンである。前記ブームは、先端部を有し、当該先端部から吊り荷が吊り下げられる。前記ウインチは、前記吊り荷または前記ブームを支えるロープを巻き取るドラムおよび前記ドラムを回転させるモーターを含む。前記カメラは、前記ドラムに向けられて前記ドラム及び前記ロープの撮影画像を生成する。前記プロセッサは、前記撮影画像に基づいて前記ロープの巻き取り不良の有無および前記巻き取り不良の程度である不良度の判定を行い、当該判定の結果を出力する。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]図 1 は、本発明の実施形態に係るクレーンの側面図である。
- [図2]図 2 は、前記クレーンにおける制御関連機器を表すブロック図である。
- [図3]図 3 は、前記クレーンにおけるメインコントローラー、ECUおよび画像処理装置のそれぞれの構成を表すブロック図である。
- [図4]図 4 は、前記クレーンに搭載されるウインチの斜視図である。
- [図5]図 5 は、前記ウインチを監視するための処理の例を示すフローチャートである。
- [図6]図 6 は、前記クレーンに搭載されるカメラにより得られる撮影画像の例を示す図である。
- [図7]図 7 は、前記ウインチ監視処理におけるロープ巻き取りの不良度とウインチの稼働実績および稼働余寿命との関係の第 1 の例を示す図である。
- [図8]図 8 は、前記ウインチ監視処理におけるロープ巻き取りの不良度とウインチの稼働実績および稼働余寿命との関係の第 2 の例を示す図である。
- [図9]図 9 は、前記ウインチ監視処理の第 1 応用例に係る不良度判定処理の例を示すフローチャートである。
- [図10]図 10 は、前記第 1 応用例に係る不良度判定処理において撮像画像に基づき導出される評価パラメータの説明図である。

発明を実施するための形態

- [0013] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。なお、以下の実施形態は、本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。
- [0014] 図 1 は、本発明の実施形態に係るクレーン 10 を示す。当該クレーン 10 は、吊り荷を吊り上げつつ移動させることが可能な作業機械である。
- [0015] 図 1 に示されるように、前記クレーン 10 は、下本体部 11、上本体部 12、キャブ 13、ガントリ 15、第 1 ウインチ 16 A、第 2 ウインチ 16 B、カウンターウェイト 17、ブーム 21、ブームポイントアイドラーシーブ 22、カウンターウェイト 17、フック 30、ガントリシーブ 23、第 1 ロ

ープ31Aおよび第2ロープ31Bを含む。

- [0016] 前記キャブ13、前記ガントリ15、前記第1ウインチ16Aおよび前記第2ウインチ16Bは、前記上本体部12と一体に回転するように当該上本体部12に搭載されている。前記ガントリ15は、前記上本体部12から起立する状態で当該上本体部12に固定されている。前記上本体部12は、前記第1ウインチ16A及び前記第2ウインチ16Bに加えて前記カウンターウェイト17および前記ブーム21を支持している。
- [0017] 前記下本体部11は、台座部分であり、当該台座部分は前記上本体部12を回転可能に支持する。前記上本体部12は回転体であり、当該回転体は前記下本体部11に設けられた不図示の駆動源によって回転駆動される。
- [0018] 前記クレーン10は移動式クレーンである。具体的に、前記クレーン10は、走行装置14をさらに備える。前記走行装置14は、前記下本体部11を支持しながら走行動作をすることが可能である。図1に例示される前記走行装置14はクローラー式の装置である。
- [0019] 前記キャブ13は、当該キャブ13内でオペレータがクレーン10を操縦することを許容する。前記ブーム21は、その根元部分であるブームフットを含み、当該ブームフットが横軸回りに回転可能となるように前記上本体部12に連結されている。前記ブーム21は、前記ブームフットを中心にして上下方向に回転することにより前記上本体部12に対して起伏することが可能である。前記ブーム21は先端部を有し、当該先端部から吊り荷が前記第2ロープ31Bを介して吊下げられることが可能である。
- [0020] 前記第1ウインチ16Aおよび前記ガントリ15は、前記第1ロープ31Aを介して前記ブーム21を支える。即ち、前記第1ロープ31Aは、前記ブーム21を支える起伏ロープである。前記ガントリ15は頂部を有し、当該頂部にガントリシーブ23が回転可能に取付けられている。前記第1ロープ31Aは、前記第1ウインチ16Aから引き出され、前記ガントリシーブ23に掛けられながら前記ブーム21の先端部に連結されている。
- [0021] 前記第2ウインチ16Bは、前記第2ロープ31Bを介してフック30お

よび当該フック 30 に掛けられる吊り荷を支える。すなわち、前記第 2 ロープ 31 B は前記吊り荷を支える吊りロープである。前記第 2 ロープ 31 B は、前記第 2 ウインチ 16 B から引き出され、前記ブーム 21 の先端部に回転可能に取付けられたブームポイントアイドラシーブ 22 から垂下しながら、前記フック 30 を介して前記吊り荷を支える。

[0022] 前記第 1 ウインチ 16 A は、前記第 1 ロープ 31 A の巻き取り、または、繰り出しを行い、これにより、前記ブーム 21 を起伏させる。前記第 2 ウインチ 16 B は、前記第 2 ロープ 31 B の巻き取り、または、繰り出しを行い、これにより、前記フック 30 を昇降させる。

[0023] 前記第 1 及び第 2 ウインチ 16 A、16 B のそれぞれは、図 4 に示されるドラム 161、駆動装置 162 及び一対のドラム支持部 163 を含む。

[0024] 前記ドラム 161 は、胴部 161 a と、一対のフランジ部 161 b と、回転軸 161 c と、を含む。前記胴部 161 a は、外周面を有し、前記外周面は前記回転軸 161 c を中心とする円筒に近い形状を有する。前記外周面上に前記第 1 及び第 2 ロープ 31 A、31 B のうち対応するロープが巻き取られる。前記一対のフランジ部 161 b は、前記ドラム 161 (の前記胴部 161 a) の軸方向 D X の両端において当該ドラム 161 の前記外周面よりも径方向外側に突出する。前記軸方向 D X は、前記回転軸 161 c に沿う方向である。前記一対のドラム支持部 163 は、軸受を含み、前記回転軸 161 c の両端をそれぞれ前記軸受によって回転可能に支持する。

[0025] 前記駆動装置 162 は、前記ドラム 161 を回転駆動する。前記駆動装置 162 は、モーター 162 a 及び図示されない減速機を含む。前記モーター 162 a は前記減速機を介して前記ドラム 161 に連結されて当該ドラム 161 を回転させる前記モーター 162 a は、この実施形態では油圧モーターであり、図 2 に示される油圧ポンプ 42 から供給される作動油によって駆動されて前記ドラム 161 を回転させる。前記減速機は、少なくとも一つのギヤを含み、前記モーター 162 a により生成される回転力を所定の減速比で前記ドラム 161 に伝達する。

- [0026] 前記カウンターウェイト１７は、当該カウンターウェイト１７の重量と、前記ブーム２１、前記フック３０および前記吊り荷の重量と、のバランスをとるように配置される。
- [0027] 前記クレーン１０は、図２に示される複数の駆動系機器、複数の制御系機器及び通信装置６３を備える。前記複数の駆動系機器は、エンジン４１、前記油圧ポンプ４２および複数の油圧制御弁４３を含む。前記複数の制御系機器は、メインコントローラー６１およびＥＣＵ（Ｅｎｇｉｎｅ Ｃｏｎｔｒｏｌ Ｕｎｉｔ）６２を含む。
- [0028] さらに、前記クレーン１０は、操作装置５１、表示装置５２及び検出装置４４を備える。前記操作装置５１及び前記表示装置５２のそれぞれは、ヒューマンインターフェースのために前記キャブ１３内に設けられる。前記検出装置４４は、複数のセンサーを含み、前記クレーン１０の状態を検出する。
- [0029] 前記操作装置５１は、オペレータによって当該操作装置５１に操作が与えられることを許容する。前記表示装置５２は、当該表示装置５２に入力された情報を前記オペレータのために表示する。前記操作装置５１は、操作レバー５１１、操作ボタン５１２および入力装置５１３を含む。
- [0030] 前記入力装置５１３は、オペレータによって当該入力装置５１３に情報が入力されることを許容する。例えば、前記入力装置５１３は、表示装置５２と一体に構成されたタッチパネルであってもよいし、オペレータの音声によって情報が入力されることを許容する装置であってもよい。
- [0031] 前記検出装置４４は、荷重センサー４４１および繰り出し長さ検出器４４２を含む。前記荷重センサー４４１は、前記吊り荷の重さを検出する。前記繰り出し長さ検出器４４２は、前記第１及び第２ロープ３１Ａ、３１Ｂのそれぞれの繰り出し長さを検出する。前記繰り出し長さは、前記第１及び第２ロープ３１Ａ、３１Ｂのそれぞれにおいて前記第１及び第２ウインチ１６Ａ、１６Ｂの前記ドラム１６１から繰り出されている部分の長さである。
- [0032] 例えば、前記繰り出し長さ検出器４４２は、回転数積算部と、変換部と、を含む。

- [0033] 前記回転数積算部は、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれのモーター162aの第1回転方向およびこれと逆の第2回転方向のそれぞれについての回転数を積算し、前記第1回転方向についての回転数の積算値から前記第2回転方向についての回転数の積算値を減算して得られる値を前記モーター162aの積算回転数として算出する。この実施形態において、前記第1回転方向は、繰り出し方向に対応する前記モーター162aの回転方向であり、前記繰り出し方向は、前記ドラム161がロープ、すなわち前記第1ロープ31Aまたは前記第2ロープ31B、を繰り出す方向である。前記第2回転方向は、巻き取り方向に対応する前記モーター162aの回転方向であり、前記巻き取り方向は前記ドラム161が前記ロープを巻き取る方向である。
- [0034] 前記変換部は、予め与えられた変換情報を格納し、当該変換情報に基づいて、前記回転数積算部により算定された前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれの前記積算回転数を前記第1及び第2ロープ31A、31Bのそれぞれの繰り出し長さに変換する。前記変換情報は、例えば変換式またはルックアップテーブルの形態で前記変換部に格納される。前記変換情報には、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれの前記ドラム161における前記第1及び第2ロープ31A、31Bのそれぞれの巻き取り層の増加に伴って前記ドラム161の1回転当たりの巻き取り長さまたは繰り出し長さが大きくなることが、反映されている。
- [0035] 前記繰り出し長さ検出器442は、前記ブームポイントアイドラシーブ22の回転数または前記ガントリシーブ23の回転数をそれぞれカウントする回転センサーを含んでもよい。この場合、前記繰り出し長さ検出器442は、前記回転センサーにより検出される前記回転数の積算値を前記検出繰り出し長さへ変換する変換部を含む。
- [0036] 前記検出装置44は、それぞれの検出結果に対応する検出信号を生成し、当該検出信号を前記メインコントローラー61および前記ECU62に入力する。

- [0037] 前記メインコントローラー61、前記ECU62および前記表示装置52は、CAN (Controller Area Network) などの車内LAN (Local Area Network) を通じて相互に通信可能である。本実施形態において、前記車内LANの通信媒体は、CAN-BUSなどのバス9である。
- [0038] 前記エンジン41は、前記油圧ポンプ42を駆動する、例えばディーゼルエンジンである。前記複数の油圧制御弁43は、前記油圧ポンプ42と図示されない複数の油圧アクチュエータとの間に介在する。前記複数の油圧制御弁43のそれぞれは、前記メインコントローラー61から入力される制御信号に従って開閉動作し、これにより、前記油圧ポンプ42から前記複数のアクチュエータのうち前記油圧制御弁43に対応するアクチュエータに供給される作動油の方向及び流量を前記メインコントローラー61が制御することを可能にする。前記複数のアクチュエータは、前記第1及び第2ウインチ16A、16B、前記走行装置14及び前記上本体部12を含む複数の駆動対象をそれぞれ動かす。前記複数のアクチュエータは、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれの前記モーター162aを含む。
- [0039] 前記クレーン10は、図2に示される第1カメラ45A、第2カメラ45B及び通信装置をさらに備える。前記第1カメラ45Aは、第1撮影方向に沿って前記ドラム161に向けて配置される。前記第1撮影方向は、前記第1ウインチ16Aにおける前記ドラム161の前記軸方向DXに交差する方向、例えば当該軸方向DXに直交する方向、である。前記第1カメラ45Aは、図6に示されるような第1撮影画像IM1を生成し、当該第1撮影画像IM1は前記ドラム161及びこれに巻き取られる前記第1ロープ31Aを含む。同様に、前記第2カメラ45Bは、第2撮影方向に沿って前記ドラム161に向けて配置される。前記第2撮影方向は、前記第2ウインチ16Aにおける前記ドラム161の前記軸方向DXに交差する方向、例えば当該軸方向DXに直交する方向、である。前記第2カメラ45Bは、図6に示されるような第2撮影画像IM2を生成し、当該第2撮影画像IM2は前記ドラ

ム 1 6 1 及びこれに巻き取られる前記第 2 ロープ 3 1 B を含む。図 6 に示される画像は、前記第 1 及び第 2 撮影画像 I M 1 , I M 2 の双方に対応する。

[0040] 前記メインコントローラー 6 1 は、前記検出装置 4 4 により生成される複数の検出信号に基づいて制御信号を生成し、当該制御信号を制御対象に入力する。前記制御対象は、前記油圧制御弁 4 3 を含む。例えば、前記検出装置 4 4 は、前記操作装置 5 1 の前記操作レバー 5 1 1 に与えられる操作の大きさ、つまり前記操作レバー 5 1 1 の操作量、を検出するセンサーを含み、当該センサーは前記操作量についての検出信号を生成して前記メインコントローラー 6 1 に入力する。前記メインコントローラー 6 1 は、前記操作量に応じた制御信号を生成して前記油圧制御弁 4 3 に入力し、これにより、前記第 1 及び第 2 ウインチ 1 6 A , 1 6 B のそれぞれの前記モーター 1 6 2 a の動作を制御する。また、前記メインコントローラー 6 1 は、必要な表示を前記表示装置 5 2 に行わせる。

[0041] 前記メインコントローラー 6 1 には、前記第 1 カメラ 4 5 A により生成される前記第 1 撮影画像 I M 1 の信号、および、前記第 2 カメラ 4 5 b により生成される前記第 2 撮影画像 I M 2 の信号が、入力される。前記メインコントローラー 6 1 は、前記表示装置 5 2 に表示指令信号を入力することにより、前記第 1 撮影画像 I M 1 および前記第 2 撮影画像 I M 2 の少なくとも一方を前記表示装置 5 2 に表示させることができる。

[0042] 前記メインコントローラー 6 1 は、画像処理を実行する機能も有する。前記画像処理は、前記第 1 及び第 2 カメラ 4 5 A , 4 5 B により生成された前記第 1 及び第 2 撮影画像 I M 1 , I M 2 に対する処理であり、後に詳述される。前記画像処理は、例えば、前記メインコントローラー 6 1 の前記 M P U 6 0 1 とは別に設けられるプロセッサが所定のプログラムを実行することによっても、行われることが可能である。

[0043] 前記 E C U 6 2 は、前記検出装置 4 4 から入力される前記複数の検出信号または前記メインコントローラー 6 1 から入力される制御指令に従って、前記エンジン 4 1 を制御する。前記 E C U 6 2 が前記メインコントローラー 6

1 から入力される制御指令に従ってエンジン 4 1 以外の機器、例えば前記油圧制御弁 4 3、を前記メインコントローラー 6 1 に代わって制御することも可能である。このように、前記メインコントローラー 6 1 および前記 ECU 6 2 は、制御装置の一例である。

[0044] 前記表示装置 5 2 は、前記メインコントローラー 6 1 から入力される前記表示指令信号に従って前記クレーン 1 0 の状態を表示する。例えば、前記表示装置 5 2 は、表示灯、表示計器およびパネルディスプレイのうちの少なくとも 1 つを含む。前記メインコントローラー 6 1 は、前記表示装置 5 2 を含む機器の動作を制御する。

[0045] 図 1 に示される例では、前記第 1 カメラ 4 5 A は、前記上本体部 1 2 に固定された支持台 1 2 a によって支持され、前記第 2 カメラ 4 5 B は、前記ガントリー 1 5 によって支持されている。

[0046] 前記通信装置 6 3 は、図 2 に示される端末装置 1 0 0 などの外部装置との無線通信を実行する。前記メインコントローラー 6 1 および前記 ECU 6 2 は、前記通信装置 6 3 を通じて前記外部装置との通信を実行する。例えば、前記通信装置 6 3 は、モバイル通信網または W i - F i (登録商標) などの無線通信回線を通じて前記外部装置との通信を実行する。

[0047] 図 3 に示されるように、前記メインコントローラー 6 1 および前記 ECU 6 2 のそれぞれは、前記 MPU (Micro Processing Unit) 6 0 1、RAM (Random Access Memory) 6 0 2、不揮発性メモリ 6 0 3、信号インターフェイス 6 0 4 およびバスインターフェイス 6 0 5 を含む。前記 RAM 6 0 2 および前記不揮発性メモリ 6 0 3 は、コンピューター読み取り可能な記憶装置である。

[0048] 前記 MPU 6 0 1 は、予め前記不揮発性メモリ 6 0 3 に記憶されたプログラムを実行することによりデータ処理および制御を実行するプロセッサの一例である。

[0049] 前記 RAM 6 0 2 は、前記 MPU 6 0 1 によって実行される前記プログラムおよび前記 MPU 6 0 1 が導出もしくは参照するデータを一時記憶する揮

発性のメモリである。

- [0050] 前記不揮発性メモリ603は、前記MPU601によって実行されるための前記プログラムおよび前記MPU601により参照されるためのデータを格納する。前記不揮発性メモリ603は、例えば、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) またはフラッシュメモリである。
- [0051] 前記信号インターフェイス604は、前記検出装置44により生成される前記複数の検出信号をそれぞれデジタルデータへ変換して前記MPU601へ伝送する。さらに、前記信号インターフェイス604は、前記MPU601が出力する制御指令を電流信号または電圧信号などの制御信号へ変換し、制御対象に入力する。
- [0052] 前記バスインターフェイス605は、自装置のMPU601と他装置のMPU601との間の前記バス9を通じたデータ通信を中継する。
- [0053] 前記第1及び第2カメラ45A、45B及び前記表示装置52は、前記キャブ13内でオペレータが前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれにおける乱巻きの発生を確認することを可能にする。前記乱巻きは、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれの前記ドラム161による前記第1及び第2ロープ31A、31Bの巻き取りが乱れた状態であり、前記吊り荷の一時的な急降下などのトラブルを伴うおそれがある。前記第1及び第2カメラ45A、45Bが前記第1及び第2ウインチ16A、16Bにおける前記ドラム161を含む第1及び第2撮影画像IM1、IM2をそれぞれ生成し、前記表示装置52が前記第1及び第2撮影画像IM1、IM2の少なくとも一方を表示することにより、前記オペレータは、前記キャブ13内で操作を行いながら、前記表示装置52により表示される前記第1及び第2撮影画像IM1、IM2を通じて前記ドラム161による巻取り状態を監視することが可能である。前記オペレータは、前記第1または第2ロープ31A、31Bの乱巻きを確認した場合、当該ロープの巻き直しのための操作を行う。

- [0054] しかし、前記オペレータは、前記操作を行う際に前記吊り荷または前記ブーム21の動きなどの状況を監視しなければならない、従って、当該状況の監視と、前記表示装置52を通じての前記第1及び第2ウインチ16A、16Bの監視と、を並行して行う必要がある。このことは、前記オペレータが前記乱巻きを発見することが遅れ、または前記乱巻きを見逃すおそれを生じさせる。さらに、前記ロープ31の巻き取り状態は、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bの作動時間および作動回数の増加に従って、軽度の不良状態から重度の不良状態へ進行することが多い。重度の不良状態ではロープ31の巻き直し動作が必要になる。
- [0055] 前記クレーン10は、このような課題を解決するためのウインチ監視装置7を備える。当該ウインチ監視装置7は、前記第1及び第2ロープ31A、31Bのそれぞれの巻き取りの不良状態が、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bの動作の続行を許容できる程度の軽度の段階で確認されることを可能にする。このことは、クレーン10の作業計画の立案を容易にする。さらに、前記ウインチ監視装置7は、前記不良状態が重度の段階へ進行するまでの前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれの稼働余寿命を予測し、これにより、前記クレーン10の作業計画の立案をより容易にする。
- [0056] 前記クレーン10において、前記ウインチ監視装置7は、前記第1及び第2カメラ45A、45Bと、前記メインコントローラ61のMPU601と、前記ECU62と、を含み、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bの状態を監視する。前記ウインチ監視装置7は、図5に示されるウインチ監視処理を実行することにより、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれの前記ドラム161による前記第1及び第2ロープ31A、31Bのそれぞれの巻き取りに不良が生じたことが軽度の段階で早期に判定されることを可能にする。
- [0057] 本実施形態において、前記メインコントローラ61の前記MPU601が所定のプログラムを実行することにより、当該メインコントローラ61は、図2に示される主処理部611、画像処理部612、不良判定部613

、寿命予測部 6 1 4、通知部 6 1 5 およびウインチ制御部 6 1 6 として動作することが可能である。

[0058] 前記ウインチ監視処理において、前記不良判定部 6 1 3 は、前記第 1 及び第 2 カメラ 4 5 A、4 5 B によりそれぞれ生成される第 1 及び第 2 撮影画像 I M 1、I M 2 (図 6) に基づいて、前記第 1 及び第 2 ロープ 3 1 A、3 1 B の巻き取り不良の有無と、当該巻き取り不良がある場合の当該巻き取りの程度である不良度と、を判定する。

[0059] 前記ウインチ監視処理において、前記寿命予測部 6 1 4 は、前記不良度と前記第 1 及び第 2 ウインチ 1 6 A、1 6 B のそれぞれの稼働実績とに基づいて前記第 1 及び第 2 ウインチ 1 6 A、1 6 B の稼働余寿命を予測する。

[0060] 以下、図 5 に示されるフローチャートを参照しつつ、前記ウインチ監視装置 7 により実行される前記ウインチ監視処理の例について説明する。

[0061] 前記ウインチ監視処理は、ウインチの状態を監視するためのウインチ監視方法の実施例に含まれる。また、前記メインコントローラー 6 1 の前記 M P U 6 0 1 は、前記ウインチ監視方法における巻き取り不良の判定及びその判定の結果の出力を実行するプロセッサの例である。

[0062] 以下に説明される前記ウインチ監視処理は、前記第 1 及び第 2 カメラ 4 5 A、4 5 B をそれぞれ用いて前記第 1 及び第 2 ウインチ 1 6 A、1 6 B のそれぞれについて行われる。

[0063] 前記メインコントローラー 6 1 の前記主処理部 6 1 1 は、前記エンジン 4 1 が始動したとき、または、前記入力装置 5 1 3 に対して予め定められた開始操作が与えられたときに、前記ウインチ監視処理を開始させる。当該ウインチ監視処理は、図 5 に示されるステップ S 1 0 1 ~ S 1 1 5 を含む。

[0064] ステップ S 1 0 1 において、前記メインコントローラー 6 1 の前記画像処理部 6 1 2 は、前記第 1 及び第 2 カメラ 4 5 A、4 5 B からそれぞれ前記第 1 及び第 2 撮影画像 I M 1、I M 2 を取得する。即ち、前記第 1 及び第 2 カメラ 4 5 A、4 5 B から前記画像処理部 6 1 2 に前記第 1 及び第 2 撮影画像 I M 1、I M 2 の信号がそれぞれ入力される。

- [0065] 次に、ステップS 1 0 2において、前記画像処理部6 1 2は、前記第1及び第2撮影画像IM 1, IM 2のそれぞれの全領域のうちの一部である対象領域ATを設定する。前記対象領域ATは、当該対象領域ATが前記ドラム1 6 1の前記一对のフランジ部1 6 1 bの間の領域を含むように、例えば次の手順で設定される。
- [0066] 前記画像処理部6 1 2は、まず、前記第1及び第2撮影画像IM 1, IM 2のそれぞれにおいて予め定められた基準領域A 0から、予め定められた目標画像を抽出し、その目標画像の位置を基準位置P 0として設定する。そして、前記画像処理部6 1 2は、前記基準位置P 0を基準として前記対象領域ATを特定する。
- [0067] 前記基準領域A 0は、換言すれば、前記基準位置P 0に対して予め定められた相対的な位置関係にある予め定められた形状および大きさの領域である。前記基準領域A 0の形状および大きさは、前記第1及び第2カメラ4 5 A, 4 5 Bの特性と、当該第1及び第2カメラ4 5 A, 4 5 Bと前記第1及び第2ウインチ1 6 A, 1 6 Bのドラム1 6 1とのそれぞれの位置関係と、前記第1及び第2カメラ4 5 A, 4 5 Bのそれぞれの向きと、によって定まる。
- [0068] 図6に示される例において、前記基準領域A 0は、前記一对のフランジ部1 6 1 bのうち的一方（図6では右側）のフランジ部1 6 1 bの一方の端部（図6では上端）を含む領域であり、前記目標画像は、前記フランジ部1 6 1 bの前記一方の端部の画像である。当該目標画像の位置である前記基準位置P 0を基準に、図6に示されるように前記一对のフランジ部1 6 1 b, 1 6 1 bどうしの間の領域が前記対象領域ATとして設定される。
- [0069] 例えば、前記目標画像の特徴量を表す特徴データが予め前記メインコントローラ6 1の前記不揮発性メモリ6 0 3に格納される。この場合、前記画像処理部6 1 2は、前記第1及び第2撮影画像IM 1, IM 2のそれぞれの前記基準領域A 0から、前記特徴データが表す特徴量との間で予め定められた近似条件を満たす特徴量を有する部分画像を前記目標画像として抽出する。

。

[0070] 前記特徴量として、例えば、画像の色、HOG (Histograms of Oriented Gradients)、SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) およびSURF (Speeded Up Robust Features) のうちの少なくとも1つが採用される。

[0071] 前記基準領域A0は、このように、前記第1及び第2撮影画像IM1, IM2のそれぞれから抽出される前記目標画像の位置に基づいて設定される。これにより、前記ドラム161の振動幅が画像処理において無視できない大きさであっても、前記基準領域A0さらには当該基準領域A0から抽出される前記基準位置P0を基準とした前記対象領域ATが適切に設定される。

[0072] 次に、ステップS103において、前記画像処理部612は、前記第1及び第2撮影画像IM1, IM2に基づいて前記第1及び第2ウインチ16A, 16Bのドラム161における前記第1及び第2ロープ31A, 31Bの繰り出し位置を特定する。

[0073] 本実施形態において、前記画像処理部612は、前記第1及び第2撮影画像IM1, IM2のそれぞれにおいて、前記第1及び第2ロープ31A, 31Bの延出部分REと前記対象領域ATの内側と外側との境界線とが交わる位置を前記繰り出し位置として特定する。前記延出部分REは、前記第1及び第2ロープ31A, 31Bのうち前記ドラム161から前記軸方向DXに交差する方向、例えば略直交する方向、に延びる部分である。

[0074] 例えば、前記画像処理部612は、前記第1及び第2ロープ31A, 31Bにおいて前記対象領域ATの上側の境界線である上境界線LATに交差する部分の画像を前記延出部分REの画像として検出する。前記延出部分REの画像は、周知のエッジ検出処理または色抽出処理などによって検出される。

。

[0075] 前記繰り出し位置は、例えば、右繰り出し位置PRと左繰り出し位置PLとによって特定される。前記右繰り出し位置PRは、前記延出部分REの画

像の右縁と前記上境界線LATとの交点の位置であり、前記左繰り出し位置PLは、前記延出部分REの画像の左縁と前記上境界線LATとの交点の位置である。従って、前記延出部分REの画像は、前記右繰り出し位置PRと前記左繰り出し位置PLとの間の領域を占める。

[0076] 次に、ステップS104において、前記画像処理部612は、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのドラム161における前記第1及び第2ロープ31A、31Bの巻き取りの層数をそれぞれ特定する。前記層数は、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのドラム161の外周面上にそれぞれ形成される前記第1ロープ31A及び前記第2ロープ31Bの巻き取り層の数である。

[0077] 例えば、画像処理部612は、図6に示される判定距離YDに基づいて前記巻き取り層数を特定することが可能である。前記判定距離YDは、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれの軸方向DXに沿うように予め定められた基準線から前記第1及び第2ロープ31A、31Bの最外層までの積層方向DLの距離であり、前記積層方向DLは、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれの前記ドラム161の外周面上において前記第1及び第2ロープ31A、31Bがそれぞれ積層される方向、一般には前記ドラム161の径方向、である。前記画像処理部612には、前記判定距離YDと前記層数との対応関係が予め与えられている。

[0078] 前記層数は、前記第1及び第2ロープ31A、31Bのそれぞれの繰り出し長さとも相関する。従って、前記層数は、前記繰り出し長さ検出器442の検出結果に基づいて例えば前記主処理部611により特定されることも可能である。

[0079] 次に、後述するステップS105の処理が行われ、その後にステップS106の処理が行われる。

[0080] 前記不良判定部613は、前記ステップS106において、前記第1及び第2撮影画像IM1、IM2のそれぞれにおける前記対象領域ATの画像を入力画像として取り込み、前記入力画像のパターン認識により、前記入力画

像に含まれる前記第1及び第2ロープ31A, 31Bの巻き取り状態についての不良度判定を行う。当該不良度判定は、前記巻き取り状態が良好状態であるか不良状態であるかの判定と、前記巻き取り状態が不良状態である場合に当該巻き取り状態が前記不良度について予め定められた複数の不良度候補のうちのいずれに該当するかの判定と、を含む。当該不良度判定は、パターン認識処理を実行することにより、行われる。

[0081] 前記良好状態は、前記第1及び第2ロープ31A, 31Bのそれぞれについて、巻き取り不良が生じていない状態である。前記複数の不良度候補は、予め定められた前記不良度についての候補である。

[0082] 本実施形態において、前記不良度は、1以上 NR_{max} (NR_{max} は2以上の整数)以下の整数の中から選ばれる不良度指数 NR で表され、1から NR_{max} までの整数はそれぞれ NR_{max} 段階の前記不良度候補のそれぞれに対応する。

[0083] 前記不良度指数が1であることは、前記第1ロープ31Aまたは前記第2ロープ31Bの巻き取り状態が最も軽度の不良状態であることを示す。前記不良度指数が最大値 NR_{max} すなわち最大不良度指数であることは、前記第1ロープ31Aまたは前記第2ロープ31Bの巻き取り状態が巻き直し動作を必要とする最も重度の不良状態を示す。前記不良度指数が前記最大不良度指数 NR_{max} であることは、前記不良度が限界程度であることの一例である。

[0084] 本実施形態において、前記パターン認識処理は、前記良好状態および前記複数の不良度候補にそれぞれに対応する状態についての複数のサンプル画像を教師データとして、予め学習された学習モデルにより、前記入力画像を前記良好状態および前記複数の不良度候補のうちのいずれかに分類する処理である。

[0085] 例えば、前記学習モデルは、ランダムフォレストと称される分類型の機械学習アルゴリズムが採用されたモデル、SVM (Support Vector Machine) と称される機械学習アルゴリズムが作用されたモデ

ル、またはCNN (Convolutional Neural Network) アルゴリズムが採用されたモデルなどである。

[0086] 前記ステップS105において、前記不良判定部613は、予め登録された複数の候補モデルの中から前記不良度の判定に用いられるべき前記学習モデルを選択する。

[0087] 前記学習モデルは、前記良好状態および前記複数の不良度候補に対応する複数のサンプル画像を教師データとして予め学習された画像認識のモデルである。前記複数の候補モデルは、前記学習モデルの複数の候補である。前記複数の候補モデルのデータは、前記メインコントローラ61の不揮発性メモリ603に格納されている。

[0088] 前記複数のサンプル画像のそれぞれは、前記第1カメラ45A及び前記第2カメラ45Bにより得られた画像における前記対象領域ATの画像であり、前記ウインチ監視処理が実行される前に前記学習モデルの学習のために得られた画像である。

[0089] 本実施形態において、前記複数の候補モデルは、前記繰り出し位置PR、PLの候補および前記巻き取り層数の候補の組み合わせにそれぞれ対応付けられている。即ち、前記複数の候補モデルは、前記繰り出し位置PR、PLおよび前記巻き取り層数の組み合わせが互いに異なる複数の前記サンプル画像をそれぞれ教師データとして学習された前記学習モデルである。

[0090] 前記不良判定部613は、前記複数の候補モデルの中から前記パターン認識処理に用いられる前記学習モデルを選択する。選択される候補モデルは、前記第1撮影画像IM1及び前記第2撮影画像IM2のそれぞれについて前記繰り出し位置PR、PLおよび前記巻き取り層数に最も対応の度合いが高い候補モデルである。

[0091] 一般に、前記不良度判定の精度を高めるために、膨大な前記教師データが前記学習モデルの学習のために必要となる。しかしながら、膨大な数の前記サンプル画像を用意することは多大な手間を要する。

[0092] 一方、本実施形態では、前記教師データとなる前記サンプル画像が、前記

繰り出し位置PR, PLおよび前記巻き取り層数の組み合わせによって予め複数のグループに分類され、当該グループごとにモデルの学習が行われる。このことは、比較的少ないサンプル画像を用意するだけで、高い判定精度を実現する複数の候補モデルを得ることを可能にする。

- [0093] 前記ステップS106において、前記不良判定部613は、前記第1及び第2撮影画像IM1, IM2のそれぞれにおける前記対象領域ATの画像に基づいて前記不良度を判定する。
- [0094] 具体的には、前記不良判定部613は、前記第1及び第2撮影画像IM1, IM2のそれぞれにおける前記対象領域ATの画像を前記入力画像としてステップS105で選択された前記学習モデルに適用することにより、前記入力画像を前記良好状態および前記複数の(NRmax段階の)不良度候補のうちのいずれかに分類する。
- [0095] 前記巻き取り状態が前記良好状態であると前記不良判定部613が判定した場合、前記メインコントローラ61は、前記ステップS101以降の処理を繰り返す。
- [0096] 前記不良度指数NRが前記最大不良度指数NRmax以外の値である、つまり不良状態が限界程度以外の状態である、と前記不良判定部613が判定した場合、前記メインコントローラ61はステップS107~S111の処理を実行する。
- [0097] ステップS107において、前記メインコントローラ61の前記寿命予測部614は、前記第1及び第2ウインチ16A, 16Bのそれぞれの稼働実績の情報を取得する。
- [0098] 例えば、前記ウインチ制御部616が前記稼働実績の情報を前記メインコントローラ61の前記不揮発性メモリ603に記録している場合、前記寿命予測部614は、当該不揮発性メモリ603から前記稼働実績の情報を取得する。
- [0099] また、前記ウインチ制御部616が、前記稼働実績の情報を、前記通信装置63を通じて前記端末装置100または他のサーバー装置などの外部装置

のストレージに記録している場合、前記寿命予測部 614 は、前記外部装置から前記通信装置 63 を通じて前記稼働実績の情報を取得する。

[0100] 例えば、前記稼働実績は、前記第 1 及び第 2 ウィンチ 16A, 16B のそれぞれにおける前記ドラム 161 の回転駆動時間、前記第 1 及び第 2 ロープ 31A, 31B の巻き取り長さ、および、前記第 1 及び第 2 ロープ 31A, 31B の巻き取り回数のうちの少なくとも 1 つの実績を含む。

[0101] 前記ステップ S107 の実行の後、ステップ S108 において、前記寿命予測部 614 は、前記不良度の進行の程度を示す前記不良度指数 NR と、前記不良度の進行に要した期間における前記稼働実績と、に基づいて、図 7 及び図 8 に示されるような前記巻き取り不良の進行ペース PP を特定する。

[0102] 図 7 及び図 8 は、前記不良度指数 NR と前記稼働実績との関係の第 1 の例及び第 2 の例をそれぞれ示す。

[0103] 前記寿命予測部 614 は、図 7 に示される前記第 1 の例では、予め定められた基準時点以降に初めて前記巻き取り不良が発生したと判定された場合に、前記基準時点から前記不良度の最初の判定値である不良度指数 NR_i が得られるまでの前記稼働実績を基準稼働実績 WO として設定する。この場合、前記寿命予測部 614 は、前記基準稼働実績 WO の値を前記初期不良度指数 NR_i で除算することにより、図 7 に示すような進行ペース $PP (= WO / NR_i)$ を算出する。

[0104] 前記寿命予測部 614 は、図 8 に示される前記第 2 の例では、最初に前記巻き取り不良が発生したと判定された後にさらに進行した不良状態に対応する前記不良度指数、すなわち今回の不良度指数 NR_i 、が得られたときに、前回の不良度指数 NR_j が得られてから前記今回の不良度指数 NR_i が得られるまでの前記稼働実績を基準稼働実績 WO として設定する。この場合、前記寿命予測部 614 は、前記基準稼働実績 WO の値を前記今回の不良度指数 NR_i と前記前回の不良度指数 NR_j との差 $(NR_i - NR_j)$ 、すなわち不良進行度、で除算することにより、図 8 に示される進行ペース $PP (= WO / (NR_i - NR_j))$ を算出する。

- [0105] 本実施形態において前記基準稼働実績W0は、対応期間における前記ドラム161の回転駆動時間、前記第1及び第2ロープ31A、31Bのそれぞれの巻き取り長さ、および、前記第1及び第2ロープ31A、31Bのそれぞれの巻き取り回数のうちの少なくとも1つを含む。
- [0106] 前記対応期間は、前記基準時点から前記初期不良度指数NR_iが得られるまでの期間、または、前回の不良度指数NR_jが得られてから今回の不良度指数NRが得られるまでの期間である。
- [0107] 前記寿命予測部614は、前記進行ペースPPを算定した後、ステップS109の処理を実行する。
- [0108] ステップS109において、前記寿命予測部614は、前記不良度指数NRと前記稼働実績とに基づいて、図7及び図8にそれぞれ示されるような、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれの稼働余寿命LWを予測する。
- [0109] 本実施形態において、前記寿命予測部614は、前記不良度指数NRが前記進行ペースPPで前記最大不良度指数NR_{max}に増加するまでに、つまり不良度が最重度に進行するまでに、前記ウインチ16A、16Bに許容される稼働量を稼働余寿命LWとして予測する。
- [0110] 本実施形態において、前記稼働余寿命LWに相当する稼働量は、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれにおいて許容される前記ドラム161の回転駆動時間、前記第1及び第2ロープ31A、31Bのそれぞれの巻き取り長さ、および、前記第1及び第2ロープ31A、31Bのそれぞれの巻き取り回数のうちの1つまたは複数を含む。
- [0111] 前記寿命予測部614は、前記不良度が前記限界程度まで進行するに至るまでの稼働量、すなわち、前記不良度指数NRが前記進行ペースPPで前記最大不良度指数NR_{max}まで増加するに至るまでに前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれに許容される稼働量、を前記稼働余寿命LWとして予測する。
- [0112] 具体的に、前記寿命予測部614は、まず、図7または図8に示される基

準余寿命 LWO を算定する。前記基準余寿命 LWO は、前記不良度指数 N が最新の不良度指数 NR_i から前記限界程度に相当する前記最大不良度指数 NR_{max} まで前記進行ペース PP で増加するに至るまでに前記第 1 及び第 2 ウィンチ 16A, 16B のそれぞれに許容される稼働量である。

[0113] 前記寿命予測部 614 は、図 7 及び図 8 にそれぞれ示される前記第 1 及び第 2 の例では、前記限界程度に相当する前記最大不良度指数 NR_{max} と前記最新の不良度指数 NR_i との差 ($= NR_{max} - NR_i$) に前記進行ペース PP を乗じることにより、前記基準余寿命 LWO ($= PP * (NR_{max} - NR_i)$) を算出する。

[0114] 次に、前記寿命予測部 614 は、図 7 及び図 8 に示されるように、前記最新の不良度指数 NR_i が得られた時点から現在までの前記稼働実績（稼働量）を前記基準余寿命 LWO と実際の稼働余寿命 LW との差分に相当する差分稼働実績 ΔLW として設定する。

[0115] さらに、前記寿命予測部 614 は、前記基準余寿命 LWO から前記差分稼働実績 ΔLW を減じることにより前記稼働余寿命 LW ($= LWO - \Delta LW$) を算出する。

[0116] 次に、ステップ S110 において、前記メインコントローラ 61 の前記通知部 615 は、前記巻き取り不良の判定結果に対応付けられたマニュアルデータを取得する。前記マニュアルデータは、前記不良度の判定結果に応じて留意すべき操作などをオペレータなどに説明するための情報を含む。さらに、前記マニュアルデータは、前記第 1 及び第 2 ロープ 31A, 31B の巻き直し方法など、前記ドラム 161 における初期の乱巻きを修正する方法に関する情報も含む。前記通知部 615 は、前記マニュアルデータを例えば前記メインコントローラ 61 の前記不揮発性メモリ 603 または前記外部装置から取得する。

[0117] 次に、ステップ S111 において、前記通知部 615 は、前記不良度の判定結果、前記稼働余寿命 LW および前記マニュアルデータの情報を含む案内情報を前記表示装置 52 および前記端末装置 100 の一方または両方へ出力

し、これにより、前記判定結果及び前記案内情報を通知させる。

[0118] 前記通知部 615 は、あるいは、前記不良度の判定結果および前記稼働余寿命 LW を含む情報を日時情報とともに前記メインコントローラ 61 の前記不揮発性メモリ 603 に記録するように構成されてもよい。

[0119] 前記通知部 615 が前記案内情報を出力した後、前記メインコントローラ 61 は前記ステップ S101 以下の処理を繰り返す。

[0120] 前記ステップ S106 において前記不良判定部 613 が現在の不良度を限界程度と判定した場合、すなわち現在の不良度指数 NR が前記最大不良度指数 NR_{max} であると判定した場合、前記メインコントローラ 61 はステップ S112 ~ S115 の処理を実行する。

[0121] 前記ステップ S112 において、前記通知部 615 は、前記不良度が前記限界程度に達していることを示す警報を出力するための処理を実行する。具体的に、前記通知部 615 は、前記警報を前記表示装置 52 および前記端末装置 100 の少なくとも一方の装置に出力させるための指令を当該少なくとも一方の装置に入力する。例えば、前記通知部 615 は、警報画像及び警報情報を出力する。前記警報画像は、前記第 1 及び第 2 撮影画像 $IM1$, $IM2$ の少なくとも一方であって前記不良度が前記限界程度であると判定されたときの撮影画像である。前記警報情報は、前記不良度の判定結果を含む。

[0122] 前記警報情報は、さらに、前記第 1 ロープ 31A 及び前記第 2 ロープ 31B のうちの警報対象のロープの巻き戻し操作をオペレータに促す情報と、良好な初期状態のドラム 161 の画像と、を含む情報を含んでもよい。当該情報は、オペレータが、前記ドラム 161 が良好な初期状態に復帰するように確認しつつ前記警報対象のロープである前記第 1 ロープ 31A または前記第 2 ロープ 31B の巻き戻し操作を行うことを、可能にする。

[0123] 前記通知部 615 は、あるいは、前記警報情報を日時情報とともに前記メインコントローラ 61 の前記不揮発性メモリ 603 に記録するように構成されてもよい。

[0124] 次に、ステップ S113 において、前記メインコントローラ 61 の前記

ウインチ制御部 6 1 6 が、前記第 1 及び第 2 ウインチ 1 6 A, 1 6 B のうち前記不良度が前記限界程度であると判定されたウインチの前記モーター 1 6 2 a の回転を減速させる。

[0125] ステップ S 1 1 3 において、前記ウインチ制御部 6 1 6 は、前記操作レバー 5 1 1 に加速操作及び回転維持操作が与えられていても前記モーター 1 6 2 a の減速を優先する。前記加速操作は、前記モーター 1 6 2 a を加速させるための操作であり、前記回転維持操作は、前記モーター 1 6 2 a の回転速度を維持するための操作である。一方、前記ウインチ制御部 6 1 6 は、前記操作レバー 5 1 1 に与えられる操作として減速操作すなわち前記モーター 1 6 2 a を減速させる操作が検出された場合、その検出された減速操作に従って前記モーター 1 6 2 a を減速させる。つまり、ステップ S 1 1 3 において、前記ウインチ制御部 6 1 6 は、前記操作レバー 5 1 1 に与えられる操作のうち前記加速操作または前記回転維持操作に対応する前記モーター 1 6 2 a の制御を制限する。

[0126] ステップ S 1 1 3 において、前記ウインチ制御部 6 1 6 は、前記モーター 1 6 2 a の回転を停止させてもよい。前記ウインチ制御部 6 1 6 は、例えば、前記モーター 1 6 2 a の回転を徐々に減速させて当該モーター 1 6 2 a を停止に至らせてもよい。このように、「モーター 1 6 2 a の減速」は当該モーター 1 6 2 a を停止に至らせることを含む。

[0127] ステップ S 1 1 3 において、前記ウインチ制御部 6 1 6 は、前記モーター 1 6 2 a の回転が停止した後に、予め定められた初期巻き取りモードでの制御を実行してもよい。前記初期巻き取りモードにおいて、前記ウインチ制御部 6 1 6 は、前記第 1 及び第 2 カメラ 4 5 A, 4 5 B による第 1 及び第 2 撮影画像 IM 1, IM 2 のうち該当する撮影画像に基づいて前記第 1 及び第 2 ウインチ 1 6 A, 1 6 B のうち該当するウインチのドラム 1 6 1 により巻き取られているロープ（第 1 ロープ 3 1 A または第 2 ロープ 3 1 B）の第 1 層目での巻き取り状態を判定する。前記ウインチ制御部 6 1 6 は、さらに、判定結果および前記ドラム 1 6 1 の撮影画像を不揮発性メモリ 6 0 3 などに記録

するように構成されることも可能である。

- [0128] 次に、ステップS 1 1 4において、前記ウインチ制御部6 1 6は、前記入力装置5 1 3に対して予め定められた確認操作が与えられたか否かを判定する。前記確認操作が与えられたと判定するまで（ステップS 1 1 4でN O）、前記ウインチ制御部6 1 6は前記モーター1 6 2 aの減速を継続する。従って、前記入力装置5 1 3に前記確認操作が与えられない限り、前記ウインチ制御部6 1 6は、前記モーター1 6 2 aが停止するまで前記モーター1 6 2 aの回転を徐々に減速させる制御を続ける。
- [0129] 前記入力装置5 1 3に前記確認操作が与えられたと判定した時点で（ステップS 1 1 4でY E S）、前記ウインチ制御部6 1 6は、前記モーター1 6 2 aに対する制御の制限を解除する（ステップS 1 1 5）。この時点より、前記ウインチ制御部6 1 6は、通常通り、前記操作レバー5 1 1に与えられる操作による前記モーター1 6 2 aの制御を行う。
- [0130] 以上に示されるように、前記不良判定部6 1 3は、前記第1及び第2カメラ4 5 A、4 5 Bによる前記第1及び第2撮影画像I M 1、I M 2に基づいて、前記第1及び第2ロープ3 1 A、3 1 Bのそれぞれの巻き取り不良の有無および前記巻き取り不良の程度を表す前記不良度を判定する（図5のステップS 1 0 2～S 1 0 6）。
- [0131] さらに、前記通知部6 1 5は、前記不良度についての判定結果を前記案内情報または前記警報の情報の一部として出力する（図5のステップS 1 1 1、S 1 1 2を参照）。
- [0132] 以上記載した前記ウインチ監視処理が前記ウインチ監視装置7によって実行されることにより、前記第1及び第2ウインチ1 6 A、1 6 Bのそれぞれのドラム1 6 1における前記第1及び第2ロープ3 1 A、3 1 Bの前記巻き取り不良を軽度の段階で速やかに判定することができる。
- [0133] また、前記不良度の判定結果は、オペレータまたは前記端末装置1 0 0のユーザーなどへ提示されることによりクレーン1 0の作業計画の立案を容易にする。

- [0134] 本実施形態において、前記不良判定部613は、前記ステップS106において、前記パターン認識処理を実行することにより前記不良度を判定する。本実施形態における前記パターン認識処理は、前記第1及び第2撮影画像IM1、IM2における前記対象領域ATの画像を前記学習モデルに適用することにより、当該対象領域ATの画像を前記良好状態および前記複数の不良度候補のうちのいずれかに分類する処理である。
- [0135] 前記パターン認識処理は、前記第1及び第2ウインチ16A、16Bの種類または大きさの違いなどに応じた判定アルゴリズムの調整のための多大な手間を要することなく、高い精度で前記不良度が判定されることを可能にする。
- [0136] 前記のステップS107～S109において、前記寿命予測部614は、前記不良度と前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれの前記稼働実績とに応じて当該ウインチの前記稼働余寿命LWを予測する。
- [0137] 具体的には、前記ステップS108において、前記寿命予測部614は、図7及び図8に示されるように、前記不良度が進行するごとに、前記不良度の進行の程度と基準稼働実績W0とに基づいて前記巻き取り不良の進行ペースPPを特定する。前記基準稼働実績W0は、前記不良度の進行に要した期間における前記稼働実績である。
- [0138] さらに、前記ステップS109において、前記寿命予測部614は、図7及び図8に示されるように、前記不良度が予め定められた前記限界程度まで進行ペースPPで進行するまでに前記第1及び第2ウインチ16A、16Bにそれぞれ許容される稼働量を前記稼働余寿命LWとして予測する（図5のステップS109および図7、8を参照）。
- [0139] また、前記ステップS111において、前記通知部615は、前記稼働余寿命LWの予測結果を前記案内情報の一部として出力する。
- [0140] 前記稼働余寿命LWの前記予測結果は、このようにしてオペレータまたは前記端末装置100のユーザーなどへ提示されることにより、クレーン10の作業計画の立案をより容易にする。

- [0141] 図9は、第1応用例に係る不良度判定処理を示すフローチャートである。
この不良度判定処理は、図5の前記ステップS105および前記ステップS106の処理に代わって実行されることが可能である。当該不良度判定処理は、前記ウインチ監視処理に採用されることも可能である。
- [0142] 図9のステップS201において、上述したメインコントローラ61の画像処理部612は、前記第1及び第2カメラ45A、45Bによりそれぞれ得られる第1及び第2撮影画像IM1、IM2における前記対象領域ATの画像から、予め定められた複数の指標値を特定する。前記複数の指標値は、前記第1及び第2ロープ31A、31Bの巻き取り状態に関するものであり、例えば、図10に示される稜線間隔Gr、稜線高さ差ΔHr、層段差ΔHyおよびフランジギャップGfの少なくとも一部を含む。
- [0143] 前記稜線間隔Grは、複数の稜線部RLの間隔であり、当該複数の稜線部RLは前記第1及び第2ロープ31A、31Bのそれぞれの巻き取り層ごとに前記軸方向DX1、DX2のそれぞれに沿って並ぶ。
- [0144] 前記画像処理部612は、前記ステップS102で設定される前記対象領域ATに含まれる右対象領域ATR及び左対象領域ATLのそれぞれにおいて、前記第1及び第2ロープ31A、31Bの巻き取り層のそれぞれにおける前記複数の稜線部RLを検出する。前記右対象領域ATRは、前記軸方向DXにおいて前記右繰り出し位置PRの右側の領域であり、前記左対象領域ATLは、前記軸方向DXにおいて前記左繰り出し位置PLの左側の領域である。
- [0145] 前記複数の稜線部RLのそれぞれは、前記第1及び第2ロープ31A、31Bのうち前記ドラム161に螺旋状に巻かれた部分の輪郭において凸状に形成された部分である。
- [0146] 図10に示されるように、前記複数の稜線部RLが、前記巻き取り層ごとに前記軸方向DXに沿って並ぶように形成される。前記複数の稜線部R2は、周知のエッジ検出処理または色抽出処理などによって検出されることが可能である。

- [0147] 前記画像処理部612は、前記右対象領域ATRおよび前記左対象領域ATLのそれぞれにおいて前記複数の稜線部RLを検出する。
- [0148] さらに、前記画像処理部612は、前記複数の稜線部RLの高さである稜線高さを検出する。前記稜線高さは、予め定められた基準線から前記複数の稜線部RLまでの前記積層方向DLの距離であり、前記基準線は前記軸方向DXに沿う直線である。
- [0149] 前記稜線高さは、右稜線高さHRと左稜線高さHLとを含む。前記右稜線高さHRは、前記右対象領域ARで検出される前記複数の稜線部RLの高さであり、前記左稜線高さHLは、前記左対象領域ALで検出される前記複数の稜線部RLの高さである。
- [0150] 図10に示される例では、前記基準線は、前記対象領域ATの前記上境界線LATである。従って、前記右及び左稜線高さHR、HLの値が小さいほど、前記複数の稜線部R2の高さが大きい。
- [0151] 図10には、3つの右稜線高さHRR(1)、HRR(2)及びHRR(3)と、3つの左稜線高さHRL(1)、HRL(2)及びHRL(3)と、が代表的に示される。参照符HR(m)は、前記軸方向DX1について前記右繰り出し位置PRから数えてm番目における稜線部RLの高さに付され、参照符HL(m)は、前記軸方向DXについて前記左繰り出し位置PLから数えてm番目における稜線部RLの高さに付されている。
- [0152] さらに、前記画像処理部612は、前記右稜線高さHRおよび前記左稜線高さHLのうちより大きい高さである最外層高さHmaxを特定する。例えば、前記画像処理部612は、前記複数の右稜線高さHR(1)、HR(2)、…の代表高さおよび前記複数の左稜線高さHL(1)、HL(2)、…の代表高さのうちの高い方を、前記最外層高さHmaxとして特定する。前記代表高さは、例えば平均高さまたは最大高さである。
- [0153] 前記画像処理部612は、前記右対象領域ATRおよび前記左対象領域ATLのうち前記最外層高さHmaxを含む領域を、前記モーター162aの回転方向および前記繰り出し位置PR、PLの移動方向によって特定するこ

とも可能である。

[0154] 前記モーター 1 6 2 a がロープ（前記第 1 ロープ 3 1 A または前記第 2 ロープ 3 1 B）を巻き取る方向に回転している場合、前記最外層高さ H_{max} を含む領域は、前記右対象領域 ATR および前記左対象領域 ATL のうち前記繰り出し位置 PR 、 PL の移動方向の上流側の領域である。

[0155] 一方、前記モーター 1 6 2 a が前記ロープを繰り出す方向に回転している場合、前記最外層高さ H_{max} に対応する領域は、前記右対象領域 ATR および前記左対象領域 ATL のうち前記繰り出し位置 PR 、 PL の移動方向の下流側の領域である。

[0156] さらに、前記画像処理部 6 1 2 は、図 1 0 に示されるように、前記巻き取り層ごとに前記稜線間隔 G_r を導出する。例えば、前記画像処理部 6 1 2 は、前記右対象領域 ATR および前記左対象領域 ATL のうち前記最外層高さ H_{max} に対応する領域において前記繰り出し位置 PR 、 PL に最も近い稜線部 RL と 2 番目に近い稜線部 RL との前記軸方向 DX の間隔を前記稜線間隔 G_L として特定する。図 1 0 に例示される前記稜線間隔 G_r は、前記右対象領域 ATR 内の 2 つの稜線部 RL 、 RL どうしの間隔である。

[0157] 前記稜線高さ差 ΔH_r は、前記巻き取り層ごとの前記複数の稜線部 RL の相互の高さの差である。

[0158] 前記画像処理部 6 1 2 は、前記複数の右稜線高さ HR の相互の差、または、前記複数の左稜線高さ HL の相互の差を前記稜線高さ差 ΔH_r として特定する。例えば、前記画像処理部 6 1 2 は、前記右対象領域 ATR および前記左対象領域 ATL のうち前記最外層高さ H_{max} を含む領域において前記繰り出し位置 PR 、 PL に最も近い稜線部 RL の高さおよび 2 番目に近い稜線部 RL の高さの差を前記稜線高さ差 ΔH_r として特定する。図 1 0 に示される例においては、前記左対象領域 ATL において特定される 2 つの左稜線高さ $HL(1)$ 、 $HL(2)$ の差の絶対値が、前記稜線高さ差 ΔH_r として特定される。

[0159] 前記層段差 ΔH_y は、前記巻き取り層が増加した後の領域における前記稜

線部 R L の高さと同記巻き取り層が増加する前の領域における前記稜線部 R L の高さとの差である。例えば、前記画像処理部 6 1 2 は、前記複数の右稜線高さ H R の代表高さと同記複数の左稜線高さ H L の代表高さとの差の絶対値を、前記層段差 ΔH_y として導出する。

[0160] 前記フランジギャップ G f は、前記ドラム 1 6 1 における前記軸方向 D X の両端に形成された前記一对のフランジ部 1 6 1 b のうち端稜線部 R L e に近いフランジ部 1 6 1 b と当該端稜線部 R L e との間隔である。前記端稜線部 R L e は、前記複数の稜線部 R L のうち前記巻き取り層が増加したときに最外層に最初に形成される稜線部 R L である。

[0161] 例えば、前記画像処理部 6 1 2 は、前記モーター 1 6 2 a が前記第 1 ロープ 3 1 A (又は前記第 2 ロープ 3 1 B) を巻き取る方向に回転している場合に、前記繰り出し位置 P R, P L が前記対象領域 A T の右境界線 L A R または左境界線 L A L から前記対象領域 A T の内側に離れる方向へ移動するときに、前記右境界線 L A R または前記左境界線 L A L と前記繰り出し位置 P R, P L との間に最初に検出される稜線部 R L の位置を、前記端稜線部 R L e の位置として特定する。

[0162] 次に、図 9 のステップ S 2 0 2 において、前記不良判定部 6 1 3 は、前記複数の指標値に基づいて当該複数の指標値にそれぞれ対応する複数の個別不良度を判定する。例えば、前記不良判定部 6 1 3 は、前記複数の指標値と、当該複数の指標値についてそれぞれ予め定められた複数のしきい値と、の比較により、前記複数の指標値のそれぞれについての前記個別不良度を判定する。

[0163] 次に、ステップ S 2 0 3 において、前記不良判定部 6 1 3 は、前記複数の個別不良度に基づいて総合的な前記不良度を判定する。例えば、前記不良判定部 6 1 3 は、前記複数の個別不良度のうち最も重度のもの（つまり前記不良度指数が最も高いもの）、または、前記複数の個別不良度の平均（つまり前記不良度指数の平均値）を、総合的な前記不良度として導出する。

[0164] 図 5 のステップ S 1 0 5 およびステップ S 1 0 6 の処理において、以下に

説明する第2応用例に係る不良度判定処理が実行されてもよい。当該不良度判定処理は前記ウインチ監視処理に採用されることも可能である。

[0165] 前記第2応用例において、前記不良判定部613は、図5のステップS106において、前記第1及び第2撮影画像IM1、IM2のそれぞれにおける前記対象領域ATの画像を入力画像としてパターン認識処理を実行する。当該パターン認識処理は、前記入力画像のパターン認識により、前記入力画像が良好状態および前記複数の不良度候補に対応する状態のうちのいずれの状態を示す画像であるかを判定する処理である。

[0166] 本応用例では、複数の候補参照画像のデータが予めメインコントローラ61の不揮発性メモリ603に格納されている。前記複数の候補参照画像は、前記繰り出し位置PR、PLについての候補と前記層数についての候補との組み合わせに対応付けられ、さらに前記良好状態または前記複数の不良度候補のいずれかに対応付けられている。

[0167] 図5のステップS105において、前記不良判定部613は、前記複数の候補参照画像の中から前記第1及び第2撮影画像IM1、IM2のそれぞれについての繰り出し位置PR、PLおよび前記層数に対応し、前記良好状態および前記複数の不良度候補に対応するものを、複数の参照画像として選択する。

[0168] 本応用例における前記パターン認識処理は、前記第1及び第2撮影画像IM1、IM2のそれぞれにおける前記対象領域ATの画像と選択された前記複数の参照画像のそれぞれとの近似度を判定することにより前記良好状態または前記不良度を判定する処理である。

[0169] 例えば、本応用例における前記不良判定部613は、前記対象領域ATの画像および前記複数の参照画像の各々における特徴量を抽出し、このように抽出した前記特徴量のそれぞれの近似度を判定する。

[0170] 前記特徴量は、例えば、SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) 特徴量またはSURF (Speeded-Up Robust Features) 特徴量を含む。

- [0171] 前記不良判定部 613 は、前記複数の参照画像のうち前記近似度が最も高い参照画像を判定することにより、前記良好状態または前記不良度を判定する。
- [0172] 前記第 1 応用例においては、前記良好状態または前記不良度は、主に前記ドラム 161 に巻かれた前記第 1 及び第 2 ロープ 31A, 31B のそれぞれの前記稜線部 RL の状態に基づき判定される。
- [0173] 一方、前記実施形態または前記第 2 応用例においては、前記ドラム 161 に巻かれた前記第 1 及び第 2 ロープ 31A, 31B における前記稜線部 RL 以外の部分の状態を、前記良好状態または前記不良度の判定に反映させることができる。
- [0174] 例えば、前記実施形態における前記複数のサンプル画像のそれぞれ、または、前記第 2 応用例における前記複数の参照画像のそれぞれは、前記第 1 及び第 2 ロープ 31A, 31B のそれぞれのうち前記ドラム 161 に積層された積層部分どうしの隙間の大きさが異なる状態を表す複数の画像を含む可能性がある。この場合、前記不良度は、前記積層部分どうしの隙間の大きさに基づいて判定される。
- [0175] 前記実施形態、前記第 1 応用例および前記第 2 応用例において、前記不良判定部 613 は、前記第 1 及び第 2 撮影画像 IM1, IM2 のそれぞれにおける前記対象領域 AT の画像に基づいて前記良好状態または前記不良度を判定するが、当該不良判定部 613 は、前記第 1 及び第 2 撮影画像 IM1, IM2 のそれぞれの全体、または、前記第 1 及び第 2 撮影画像 IM1, IM2 のそれぞれにおける予め定められた特定領域の画像に基づいて前記良好状態または前記不良度を判定してもよい。
- [0176] 前記対象領域 AT は、前記実施形態のように前記基準領域 AO から抽出される前記基準位置 PO を基準に特定されるものに限定されない。例えば、前記稜線部 RL または前記繰り出し位置ではなく、ウインチの中心軸の周辺の特定領域（例えば図 10 に示される対象領域 AT よりも少し下側の領域）がカメラで撮影され、当該特定領域でのロープの巻き状況（例えばロープの離

脱またはロープの窪み)が検出されることも可能である。この態様では前記基準領域A0及び前記基準位置P0の決定は不要であり、例えば、前記特定領域内の所定位置の画像をA1学習済みの学習モデルが判断することも可能である。当該態様では、少なくとも繰り出し位置に応じた学習モデルの選択は不要であり、層数に応じた学習モデルの選択も場合によって省略されることが可能である。具体的に、図5のフローチャートでは前記ステップS103～S105が不要である。

- [0177] 前記実施形態及び前記第1及び第2応用例では、第1及び第2ウインチ16A、16Bを具備するクレーン10において前記第1及び第2ウインチ16A、16Bのそれぞれの監視が行われるが、本開示に係るクレーンに搭載されるウインチの数、及び、そのうちウインチ監視装置の監視対象であるウインチの数は限定されない。例えば、本開示に係るクレーンは3以上のウインチを具備するものであってもよい。また、本開示に係るウインチ監視装置は、クレーンに搭載される複数のウインチのうちの一部のウインチ（例えば単一のウインチ）のみを監視するものでよい。
- [0178] 巻き取り不良の判定及びその判定の結果を出力するプロセッサは、前記メインコントローラ60に限定されない。当該プロセッサは、例えば、通信用コントローラまたはA1専用のコントローラであってもよいし、カメラに内蔵されていてもよい。あるいは、クレーンの本体から離れた位置にあって前記カメラから送信される撮影画像に関する信号を受信して前記判定及び前記出力を行う遠隔サーバであってもよい。
- [0179] 以上のように、ウインチのドラムにおけるロープの巻き取り不良が早期に確認されることを可能にするウインチ監視方法、ウインチ監視装置およびクレーンが、提供される。
- [0180] 提供されるのは、ドラムを備えたウインチの当該ドラムにロープが巻き取られる状態を監視するための方法である。前記方法は、前記ドラムにカメラを向けて当該カメラによる撮影画像を取得することと、前記撮影画像に基づいて前記ロープの巻き取り不良の有無および前記巻き取り不良がある場合の

当該巻き取り不良の程度を表す不良度の判定を行い、当該判定の結果を出力することと、を含む。

[0181] この方法は、前記カメラにより取得された前記撮影画像に基づいて前記ドラムにおける前記ロープの巻き取り状態の判定を行うことと、当該判定の結果を出力することと、を含むことにより、前記巻き取り不良が早期に確認されることを可能にする。

[0182] 前記方法は、前記ウインチの稼働実績の情報を取得することと、前記不良度と前記稼働実績とに基づいて前記ウインチの稼働余寿命の予測を行い、当該予測の結果を出力することと、をさらに含むことが、好ましい。このことは、前記巻き取り不良の確認だけでなく、ウインチの稼働余寿命が作業者によって確認されることを可能にする。

[0183] 前記稼働余寿命の予測は、例えば、前記不良度が進行するごとに、前記不良度の進行の程度と前記不良度の進行に要した期間における前記稼働実績とに応じて前記巻き取り不良の進行ペースを判定することと、前記不良度が予め定められた限界程度まで前記進行ペースで進行するまでに前記ウインチに許容される稼働量を前記稼働余寿命として予測することと、によって行われることが可能である。

[0184] 前記稼働実績は、例えば、前記ウインチにおける前記ドラムの回転駆動時間、前記ロープの巻き取り長さおよび前記ロープの巻き取り回数のうちの少なくとも1つの実績を含み、前記稼働余寿命は、前記ウインチに許容される前記回転駆動時間、前記巻き取り長さおよび前記巻き取り回数のうちの少なくとも1つを含む。

[0185] 前記不良度の判定は、例えば、パターン認識処理を実行することにより行われることが可能である。前記パターン認識処理は、前記撮影画像を入力画像として当該入力画像のパターン認識により前記入力画像が良好状態および予め定められた複数の不良度候補のうちのいずれに対応するかを判定する処理である。

[0186] 前記不良度の判定を行うことは、より具体的には、前記ドラムから前記ロ

ープが繰り出される位置である繰り出し位置を特定することと、前記ドラムに巻き取られる前記ロープの層の数である層数を特定することと、前記繰り出し位置の候補および前記層数の候補の組み合わせに対応付けられ、かつ前記良好状態または前記複数の不良度候補のいずれかに対応付けられた複数の参照画像候補の中から、前記撮影画像についての前記繰り出し位置および前記層数に対応し、かつ前記複数の不良度候補に対応する複数の参照画像を選択することと、を含み、前記パターン認識処理は、前記撮影画像と選択された前記複数の参照画像との近似度を判定することにより前記良好状態または前記不良度を判定する処理であることが、好ましい。

[0187] 前記パターン認識処理は、あるいは、前記良好状態および前記複数の不良度候補にそれぞれ対応する複数のサンプル画像を教師データとして予め学習された学習モデルにより、前記入力画像を前記良好状態および前記複数の不良度候補のうちのいずれかに分類する処理であってもよい。

[0188] この場合、前記不良度の判定を行うことは、前記ドラムから前記ロープが繰り出される位置である繰り出し位置を特定することと、前記ドラムに巻き取られる前記ロープの層の数である層数を特定することと、前記学習モデルの複数の候補であって前記繰り出し位置の候補および前記層数の候補の組み合わせに対応付けられた複数の学習モデル候補の中から前記撮影画像についての前記繰り出し位置および前記層数に対応する学習モデル候補を前記パターン認識処理に用いられる学習モデルとして選択することと、を含むことが、好ましい。

[0189] 前記方法は、前記巻き取り不良の判定結果に対応付けられたマニュアルデータを取得し、前記マニュアルデータに基づく案内情報を出力することをさらに含んでもよい。

[0190] また、提供されるのは、ドラムを備えたウインチの当該ドラムにロープが巻き取られる状態を監視するための装置である。当該装置は、前記ウインチのドラムに向けられて前記ドラム及び前記ロープの撮影画像を生成するカメラと、前記撮影画像に基づいて前記ロープの巻き取り不良の有無および前記

巻き取り不良がある場合の当該巻き取り不良の程度を表す不良度の判定を行い、当該判定の結果を出力するプロセッサと、を備える。

[0191] また、提供されるのは、ブームと、ウインチと、カメラと、プロセッサと、を備えるクレーンである。前記ブームは、先端部を有し、当該先端部から吊り荷が吊り下げられる。前記ウインチは、前記吊り荷または前記ブームを支えるロープを巻き取るドラムおよび前記ドラムを回転させるモーターを含む。前記カメラは、前記ドラムに向けられて当該ドラム及び前記ロープの撮影画像を生成する。前記プロセッサは、前記撮影画像に基づいて前記ロープの巻き取り不良の有無および前記巻き取り不良の程度である不良度の判定を行い、当該判定の結果を出力する。

[0192] 前記プロセッサは、前記ウインチの稼働実績の情報を取得することと、前記不良度と前記稼働実績とに基づいて前記ウインチの稼働余寿命の予測を行い、当該予測の結果を出力することと、をさらに行うことが、好ましい。

[0193] 前記プロセッサは、前記稼働余寿命の予測を行うために、前記不良度の進行の程度と前記不良度の進行に要した期間における前記稼働実績とに応じて前記巻き取り不良の進行ペースを判定することと、前記不良度が予め定められた限界程度まで前記進行ペースで進行するまでに前記ウインチに許容される稼働量を前記稼働余寿命として予測することと、を行うことが、好ましい。

[0194] 例えば、前記稼働実績は、前記ウインチにおける前記ドラムの回転駆動時間、前記ロープの巻き取り長さおよび前記ロープの巻き取り回数のうちの少なくとも1つの実績を含み、前記稼働余寿命は、前記ウインチに許容される前記回転駆動時間、前記巻き取り長さおよび前記巻き取り回数のうちの少なくとも1つを含む。

[0195] 前記プロセッサは、前記不良度の判定を行うためにパターン認識処理を実行するのが、好ましい。前記パターン認識処理は、前記撮影画像を入力画像として当該入力画像のパターン認識により前記入力画像が良好状態および予め定められた複数の不良度候補のうちのいずれに対応するかを判定する処

理である。

- [0196] より具体的に、前記プロセッサは、前記不良度の判定を行うために、前記ドラムから前記ロープが繰り出される位置である繰り出し位置を特定することと、前記ドラムに巻き取られる前記ロープの層の数である層数を特定することと、前記繰り出し位置の候補および前記層数の候補の組み合わせに対応付けられ、かつ前記良好状態または前記複数の不良度候補のいずれかに対応付けられた複数の参照画像候補の中から、前記撮影画像についての前記繰り出し位置および前記層数に対応し、かつ前記複数の不良度候補に対応する複数の参照画像を選択することと、を行い、前記パターン認識処理は、前記撮影画像と選択された前記複数の参照画像との近似度を判定することにより前記良好状態または前記不良度を判定する処理であるのが、好ましい。
- [0197] 前記パターン認識処理は、あるいは、前記良好状態および前記複数の不良度候補にそれぞれ対応する複数のサンプル画像を教師データとして予め学習された学習モデルにより、前記入力画像を前記良好状態および前記複数の不良度候補のうちのいずれかに分類する処理であってもよい。
- [0198] この場合、前記プロセッサは、前記不良度の判定を行うために、前記ドラムから前記ロープが繰り出される位置である繰り出し位置を特定することと、前記ドラムに巻き取られる前記ロープの層の数である層数を特定することと、前記学習モデルの複数の候補であって前記繰り出し位置の候補および前記層数の候補の組み合わせに対応付けられた複数の学習モデル候補の中から前記撮影画像についての前記繰り出し位置および前記層数に対応する学習モデル候補を前記パターン認識処理に用いられる学習モデルとして選択することと、を行うのが、よい。
- [0199] 前記プロセッサは、前記巻き取り不良の判定結果に対応付けられたマニュアルデータを取得し、前記マニュアルデータに基づく案内情報を出力することをさらにしてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] ウインチのドラムにロープが巻き取られる状態である巻き取り状態を監視するためのウインチ監視方法であって、
- 前記ドラムにカメラを向けて前記カメラにより前記ドラム及び前記ロープの撮影画像を取得することと、
- 前記撮影画像に基づいて前記ロープの巻き取り不良の有無および前記巻き取り不良の程度である不良度の判定を行うことと、
- 前記判定の結果を出力することと、を含む、ウインチ監視方法。
- [請求項2] 請求項1に記載のウインチ監視方法であって、前記ウインチの稼働実績の情報を取得することと、前記不良度と前記稼働実績とに基づいて前記ウインチの稼働余寿命の予測を行い、当該予測の結果を出力することと、をさらに含む、ウインチ監視方法。
- [請求項3] 請求項2に記載のウインチ監視方法であって、前記稼働余寿命の予測を行うことは、前記不良度が進行するごとに、前記不良度の進行の程度と前記不良度の進行に要した期間における前記稼働実績とに応じて前記巻き取り不良の進行ペースを判定することと、前記不良度が予め定められた限界程度まで前記進行ペースで進行するまでに前記に許容される稼働量を前記稼働余寿命として予測することと、を含む、ウインチ監視方法。
- [請求項4] 請求項2または3に記載のウインチ監視方法であって、前記稼働実績は、前記ウインチにおける前記ドラムの回転駆動時間、前記ロープの巻き取り長さおよび前記ロープの巻き取り回数のうちの少なくとも1つの実績を含み、前記稼働余寿命は、前記ウインチに許容される前記回転駆動時間、前記巻き取り長さおよび前記巻き取り回数のうちの少なくとも1つを含む、ウインチ監視方法。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1項に記載のウインチ監視方法であって、前記不良度の判定を行うことはパターン認識処理を実行することを含み、前記パターン認識処理は、前記撮影画像を入力画像として当該入

力画像のパターン認識により前記入力画像が良好状態および予め定められた複数の不良度候補のうちのいずれに対応するかを判定する処理である、ウインチ監視方法。

[請求項6] 請求項5に記載のウインチ監視方法であって、前記不良度の判定を行うことは、前記ドラムから前記ロープが繰り出される位置である繰り出し位置を特定することと、前記ドラムに巻き取られる前記ロープの層の数である層数を特定することと、前記繰り出し位置の候補および前記層数の候補の組み合わせに対応付けられ、かつ前記良好状態または前記複数の不良度候補のいずれかに対応付けられた複数の参照画像候補の中から、前記撮影画像についての前記繰り出し位置および前記層数に対応し、かつ前記複数の不良度候補に対応する複数の参照画像を選択することと、を含み、前記パターン認識処理は、前記撮影画像と選択された前記複数の参照画像との近似度を判定することにより前記良好状態または前記不良度を判定する処理である、ウインチ監視方法。

[請求項7] 請求項5に記載のウインチ監視方法であって、前記パターン認識処理は、前記良好状態および前記複数の不良度候補にそれぞれ対応する複数のサンプル画像を教師データとして予め学習された学習モデルにより、前記入力画像を前記良好状態および前記複数の不良度候補のうちのいずれかに分類する処理である、ウインチ監視方法。

[請求項8] 請求項7に記載のウインチ監視方法であって、前記不良度の判定を行うことは、前記ドラムから前記ロープが繰り出される位置である繰り出し位置を特定することと、前記ドラムに巻き取られる前記ロープの層の数である層数を特定することと、前記学習モデルの複数の候補であって前記繰り出し位置の候補および前記層数の候補の組み合わせに対応付けられた複数の学習モデル候補の中から前記撮影画像についての前記繰り出し位置および前記層数に対応する学習モデル候補を前記パターン認識処理に用いられる学習モデルとして選択することと、

を含む、請求項 7 に記載のウインチ監視方法。

[請求項9] 請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載のウインチ監視方法であって、前記巻き取り不良の判定結果に対応付けられたマニュアルデータを取得し、前記マニュアルデータに基づく案内情報を出力することをさらに含む、ウインチ監視方法。

[請求項10] ウインチのドラムにロープが巻き取られる状態である巻き取り状態を監視するためのウインチ監視装置であって、

前記ドラムに向けられて当該ドラム及び前記ロープの撮影画像を生成するカメラと、

前記撮影画像に基づいて前記ロープの巻き取り不良の有無および前記巻き取り不良の程度である不良度の判定を行い、当該判定の結果を出力するプロセッサと、を備えるウインチ監視装置。

[請求項11] クレーンであって、

先端部を有し、当該先端部から吊り荷が吊り下げられるブームと、前記吊り荷または前記ブームを支えるロープを巻き取るドラムおよび前記ドラムを回転させるモーターを含むウインチと、

前記ドラムに向けられて前記ドラム及び前記ロープの撮影画像を生成するカメラと、

前記撮影画像に基づいて前記ロープの巻き取り不良の有無および前記巻き取り不良の程度である不良度の判定を行い、当該判定の結果を出力するプロセッサと、を備える、クレーン。

[請求項12] 請求項 11 に記載のクレーンであって、前記プロセッサは、前記ウインチの稼働実績の情報を取得することと、前記不良度と前記稼働実績とに基づいて前記ウインチの稼働余寿命の予測を行い、当該予測の結果を出力することと、をさらに行う、クレーン。

[請求項13] 請求項 12 に記載のクレーンであって、前記プロセッサは、前記稼働余寿命の予測を行うために、前記不良度の進行の程度と前記不良度の進行に要した期間における前記稼働実績とに応じて前記巻き取り

不良の進行ペースを判定することと、前記不良度が予め定められた限界程度まで前記進行ペースで進行するまでに前記ウインチに許容される稼働量を前記稼働余寿命として予測することと、を行う、クレーン。

- [請求項14] 請求項12または13に記載のクレーンであって、前記稼働実績は、前記ウインチにおける前記ドラムの回転駆動時間、前記ロープの巻き取り長さおよび前記ロープの巻き取り回数のうちの少なくとも1つの実績を含み、前記稼働余寿命は、前記ウインチに許容される前記回転駆動時間、前記巻き取り長さおよび前記巻き取り回数のうちの少なくとも1つを含む、クレーン。
- [請求項15] 請求項11～14のいずれか1項に記載のクレーンであって、前記プロセッサは、前記不良度の判定を行うためにパターン認識処理を実行し、前記パターン認識処理は、前記撮影画像を入力画像として当該入力画像のパターン認識により前記入力画像が良好状態および予め定められた複数の不良度候補のうちのいずれに対応するかを判定する処理である、クレーン。
- [請求項16] 請求項15に記載のクレーンであって、前記パターン認識処理は、前記良好状態および前記複数の不良度候補にそれぞれ対応する複数のサンプル画像を教師データとして予め学習された学習モデルにより、前記入力画像を前記良好状態および前記複数の不良度候補のうちのいずれかに分類する処理である、クレーン。
- [請求項17] 請求項11～16のいずれかに記載のクレーンであって、前記プロセッサは、前記巻き取り不良の判定結果に対応付けられたマニュアルデータを取得し、前記マニュアルデータに基づく案内情報を出力することをさらに行う、クレーン。