

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7688127号  
(P7688127)

(45)発行日 令和7年6月3日(2025.6.3)

(24)登録日 令和7年5月26日(2025.5.26)

(51)国際特許分類 F I  
G 0 5 B 23/02 (2006.01) G 0 5 B 23/02 X

請求項の数 9 (全21頁)

(21)出願番号	特願2023-529232(P2023-529232)	(73)特許権者	390008235 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0 番地
(86)(22)出願日	令和3年6月21日(2021.6.21)	(74)代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/023453	(74)代理人	100123582 弁理士 三橋 真二
(87)国際公開番号	WO2022/269706	(74)代理人	100112357 弁理士 廣瀬 繁樹
(87)国際公開日	令和4年12月29日(2022.12.29)	(72)発明者	栗原 真二 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内
審査請求日	令和6年1月12日(2024.1.12)	審査官	大古 健一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロボットシステムで発生した異常に対する手順を提供する異常処理装置、ネットワークシステム、及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロボットシステムで発生した異常に対処する手順を提供する異常処理装置であって、複数種類の前記異常にそれぞれ対処するための複数の前記手順を、該異常を特定する異常特定情報と関連付けて記憶する記憶部と、

前記ロボットシステムの動作状態データに基づいて、前記異常を検知する異常検知部と、前記異常検知部が検知した前記異常の前記異常特定情報を取得するとともに、前記異常への対処の可否を判定するための可否判定情報を取得するデータ取得部であって、該異常特定情報は、前記複数種類の異常に個別に付与された異常識別コードを含み、該可否判定情報は、ロボット、又は、該ロボットが実行する作業、を識別する識別コードを含む、データ取得部と、

前記データ取得部が前記異常特定情報として取得した前記異常識別コードが、作業ラインから前記ロボットを切り離す必要があるとして予め分類された識別コードに該当するか否かを判定することで、該切り離す必要があるか否かを判定するロボット切り離し判定部と、前記データ取得部が前記可否判定情報として取得した前記識別コードが、前記異常への対処不可としてデータテーブルに格納された識別コードに該当するか否かを判定することで、前記異常検知部が検知した前記異常へ対処可能か否かを判定する可否判定部と、前記データ取得部が取得した前記異常特定情報に対応する前記手順を、前記記憶部に記憶された前記複数の手順の中から取得する手順取得部と、を備え、

前記手順取得部は、

前記ロボット切り離し判定部が、第1の前記異常特定情報に含まれる前記異常識別コードに基づいて前記切り離す必要がないと判定した場合、該第1の異常特定情報に対応する第1の前記手順を取得し、

前記ロボット切り離し判定部が、第2の前記異常特定情報に含まれる前記異常識別コードに基づいて前記切り離す必要があると判定し、且つ、前記可否判定部が、前記異常へ対処可能と判定した場合、該第2の異常特定情報に対応する第2の前記手順を取得する、異常処理装置。

【請求項2】

前記手順及び前記異常特定情報の入力を受け付ける入力受付部をさらに備え、  
前記記憶部は、前記入力受付部が受け付けた前記手順及び前記異常特定情報を互いに関連付けて記憶する、請求項1に記載の異常処理装置。

10

【請求項3】

前記手順取得部が取得した前記手順を、画像として表示装置に表示させる表示制御部をさらに備える、請求項1又は2に記載の異常処理装置。

【請求項4】

前記可否判定部が前記異常へ対処不可と判定した場合に、該異常への対処が不可であることを通知する通知データを生成する通知生成部をさらに備える、請求項1～3のいずれか1項に記載の異常処理装置。

【請求項5】

前記通知生成部が生成した前記通知データを、前記異常処理装置の外部機器に送信する通信制御部をさらに備える、請求項4に記載の異常処理装置。

20

【請求項6】

ロボット、及び該ロボットを制御する制御装置を有するロボットシステムと、  
請求項1～5のいずれか1項に記載の異常処理装置と、を備える、ネットワークシステム。

【請求項7】

通信ネットワークを介して前記制御装置に通信可能に接続され、該制御装置から前記動作状態データを入手する予防保全装置を備え、

前記異常処理装置は、前記予防保全装置に実装される、請求項6に記載のネットワークシステム。

30

【請求項8】

通信ネットワークを介して前記制御装置に通信可能に接続され、該制御装置から前記動作状態データを入手する予防保全装置を備え、

前記異常処理装置の前記記憶部、前記データ取得部、及び前記手順取得部は、前記予防保全装置に実装される一方、前記異常処理装置の前記異常検知部は、前記制御装置に実装され、

前記制御装置は、前記異常検知部が検知した前記異常の前記異常特定情報を、前記通信ネットワークを介して前記予防保全装置に提供する、請求項6に記載のネットワークシステム。

【請求項9】

ロボットシステムで発生した異常に対する手順を提供する方法であって、  
プロセッサが、  
複数種類の前記異常にそれぞれ対処するための複数の前記手順を、該異常を特定するための異常特定情報と関連付けて記憶部に記憶し、

前記ロボットシステムの動作状態データに基づいて前記異常を検知し、  
検知した前記異常の前記異常特定情報であって、前記複数種類の異常に個別に付与された異常識別コードを含む、異常特定情報を取得するとともに、前記異常への対処の可否を判定するための可否判定情報であって、ロボット、又は、該ロボットが実行する作業、を識別する識別コードを含む、可否判定情報を取得し、

40

前記異常特定情報として取得した前記異常識別コードが、作業ラインから前記ロボットを

50

切り離す必要があるとして予め分類された識別コードに該当するか否かを判定することで、該切り離す必要があるか否かを判定し、

前記可否判定情報として取得した前記識別コードが、前記異常への対処不可としてデータテーブルに格納された識別コードに該当するか否かを判定することで、検知した前記異常へ対処可能か否かを判定し、

前記異常へ対処可能と判定した場合に、取得した前記異常特定情報に対応する前記手順を、前記記憶部に記憶された前記複数の手順の中から取得し、

第1の前記異常特定情報に含まれる前記異常識別コードに基づいて前記切り離す必要がないと判定した場合、該第1の異常特定情報に対応する第1の前記手順を取得し、

第2の前記異常特定情報に含まれる前記異常識別コードに基づいて前記切り離す必要があると判定し、且つ、前記異常へ対処可能と判定した場合、該第2の異常特定情報に対応する第2の前記手順を取得する、方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ロボットシステムで発生した異常に対する手順を提供する異常処理装置、ネットワークシステム、及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ロボットシステムで異常が発生したときに、作業ラインでオペレータが担うべき作業手順を表示する装置が知られている（例えば、特許文献1）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2014-223694号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ロボットシステムでは、ロボットの動作不良、及びロボットに設けられた種々のセンサの検出値の異常等、多様な異常が発生し得る。従来、このような多様な異常に対して適切に対処可能とする技術が求められている。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

ロボットシステムで発生した異常に対処する手順を提供する異常処理装置は、複数種類の異常にそれぞれ対処するための複数の手順を、該異常を特定する異常特定情報と関連付けて記憶する記憶部と、ロボットシステムの動作状態データに基づいて、異常を検知する異常検知部と、異常検知部が検知した異常の異常特定情報を取得するデータ取得部と、データ取得部が取得した異常特定情報に対応する手順を、記憶部に記憶された複数の手順の中から取得する手順取得部とを備える。

【0006】

ロボットシステムで発生した異常に対する手順を提供する方法は、複数種類の異常にそれぞれ対処するための複数の手順を、該異常を特定するための異常特定情報と関連付けて記憶部に記憶し、ロボットシステムの動作状態データに基づいて異常を検知し、検知した異常の異常特定情報を取得し、取得した異常特定情報に対応する手順を、記憶部に記憶された複数の手順の中から取得する。

40

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、ロボットシステムで発生し得る種々の異常に対処するための手順を自動で取得して提供することが可能となる。したがって、多様な異常に対して適切且つ容易に対処することが可能となる。

50

**【図面の簡単な説明】****【 0 0 0 8 】**

【図 1】一実施形態に係るネットワークシステムのブロック図である。

【図 2】図 1 に示すロボットシステムの一例である。

【図 3】他の実施形態に係るネットワークシステムのブロック図である。

【図 4】ロボットシステムで発生した異常に対する手順を提供する方法の一例を示すフローチャートである。

【図 5】ロボットシステムで発生した異常に対する手順を提供する方法の他の例を示すフローチャートである。

【図 6】さらに他の実施形態に係るネットワークシステムのブロック図である。

10

**【発明を実施するための形態】****【 0 0 0 9 】**

以下、本開示の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に説明する種々の実施形態において、同様の要素には同じ符号を付し、重複する説明を省略する。まず、図 1 を参照して、一実施形態に係るネットワークシステム 10 について説明する。ネットワークシステム 10 は、ロボットシステム 12、予防保全装置 14、外部機器 16、及び通信ネットワーク 18 を備える。

**【 0 0 1 0 】**

ロボットシステム 12 は、ワークに対して所定の作業を行う産業用ロボットシステムである。予防保全装置 14 は、ロボットシステム 12 の動作状態を表す動作状態データ OD を該ロボットシステム 12 から入手し、該動作状態データ OD に基づいて該ロボットシステムで発生する異常 AB を監視する。

20

**【 0 0 1 1 】**

外部機器 16 は、デスクトップ型又は携帯型の PC、若しくはサーバ等のコンピュータである。通信ネットワーク 18 は、例えば、LAN（イントラネット等）、又はインターネットであって、ロボットシステム 12、予防保全装置 14、及び外部機器 16 を互いに通信可能に接続する。一例として、ロボットシステム 12 は、作業ラインが設けられた第 1 の建物内に設置され、予防保全装置 14 は、第 1 の建物とは別の第 2 の建物内に設置され、外部機器 16 は、第 1 の建物及び第 2 の建物とは別の第 3 の建物内に設置され得る。

**【 0 0 1 2 】**

図 2 に、ロボットシステム 12 の一例を示す。ロボットシステム 12 は、ロボット 20、センサ 22（図 1）、及び制御装置 24 を備える。図 2 に示す例では、ロボット 20 は、垂直多関節ロボットであって、搬送車 26、ロボットベース 28、旋回胴 30、下腕部 32、上腕部 34、手首部 36、及びエンドエフェクタ 38 を有する。搬送車 26 は、例えば、制御装置 24 からの指令に応じて自走する無人搬送車（AGV）であってもよいし、又は、オペレータ A1 によって手動で移動される手動搬送車であってもよい。搬送車 26 によってロボット 20 を任意の位置に移動させることができるようになっている。

30

**【 0 0 1 3 】**

ロボットベース 28 は、搬送車 26 の上に固定されている。旋回胴 30 は、鉛直軸周りに旋回可能となるようにロボットベース 28 に設けられている。下腕部 32 は、水平軸周りに回動可能となるように旋回胴 30 に設けられ、上腕部 34 は、該下腕部 32 の先端部に回動可能に設けられている。

40

**【 0 0 1 4 】**

手首部 36 は、互いに直交する 2 つの軸の周りに回動可能となるように上腕部 34 の先端部に設けられている。エンドエフェクタ 38 は、手首部 36 の先端部（いわゆる、手首フランジ）に着脱可能に取り付けられている。エンドエフェクタ 38 は、例えば、ロボットハンド、切削工具、又は溶接トーチ等であって、ワークに対して所定の作業（ワークハンドリング、切削加工、又は溶接等）を行う。なお、ロボットハンドは、ワークを把持する複数の指部を有するものであってもよいし、又は、ワークとの間で負圧を発生させて該ワークを吸着保持する吸着パッドを有するものであってもよい。

50

## 【 0 0 1 5 】

ロボット 20 の各コンポーネント（搬送車 26、ロボットベース 28、旋回胴 30、下腕部 32、上腕部 34、手首部 36）には、サーボモータ 40（図 1）が設けられている。サーボモータ 40 は、制御装置 24 からの指令に応じて、ロボット 20 の可動コンポーネント（搬送車 26、旋回胴 30、下腕部 32、上腕部 34、手首部 36）を駆動する。

## 【 0 0 1 6 】

センサ 22 は、動作状態データ OD を検出する。例えば、動作状態データ OD は、サーボモータ 40 の回転位置  $P_m$ 、回転速度  $V_m$ 、回転加速度  $a_m$ 、電流値  $I$ 、及び負荷トルク  $T$  を含んでもよい。この場合、センサ 22 は、サーボモータ 40 の回転位置を検出する回転検出センサ 22 A（エンコーダ、又はホール素子等）、サーボモータ 40 の電流値を検出する電流センサ 22 B、及び、サーボモータ 40 の負荷トルクを検出するトルクセンサ 22 C を有してもよい。

10

## 【 0 0 1 7 】

また、動作状態データ OD は、ロボット 20 の可動コンポーネント（例えば、エンドエフェクタ 38）の位置  $P_c$ 、速度  $V_c$ 、及び加速度  $a_c$  を含んでもよい。ロボット 20 の可動コンポーネント（エンドエフェクタ 38）の位置  $P_c$ 、速度  $V_c$ 、及び加速度  $a_c$  は、例えば、回転検出センサ 22 A の検出値（具体的には、回転位置  $P_m$ ）から取得することができる。

## 【 0 0 1 8 】

また、エンドエフェクタ 38 が複数の指部を有するロボットハンドである場合、動作状態データ OD は、該複数の指部を開閉させるシリンダの圧力  $P$  を含んでもよい。また、エンドエフェクタ 38 が吸着パッドを有するロボットハンドである場合、動作状態データ OD は、該吸着パッドに生じる圧力  $P$  を含んでもよい。これらの場合、センサ 22 は、圧力  $P$  を検出する圧力センサ 22 D を有してもよい。

20

## 【 0 0 1 9 】

また、動作状態データ OD は、制御装置 24 又は回転検出センサ 22 A を動作させるための電池の電圧  $E$  を含んでもよい。この場合、センサ 22 は、電圧  $E$  を検出する電圧センサ 22 E を有してもよい。また、動作状態データ OD は、ロボット 20 に掛かる外力  $F$  を含んでもよい。この場合、センサ 22 は、外力  $F$  を検出する力センサ 22 F を有してもよい。

30

## 【 0 0 2 0 】

また、センサ 22 は、ロボット 20 に対して既知の位置に配置される視覚センサ 22 G を有し、該視覚センサ 22 G は、動作状態データ OD として、ワークの画像データ ID を撮像し、制御装置 24 に供給してもよい。この場合において、視覚センサ 22 G は、ワークの画像データ ID を適切に撮像したか否かを判定する判定情報を、画像データ ID とともに制御装置 24 に提供してもよい。

## 【 0 0 2 1 】

このように、センサ 22 は、少なくとも 1 つのセンサ 22 A、22 B、22 C、22 D、22 E 及び 22 F を有し、少なくとも 1 つの動作状態データ OD（回転位置  $P_m$ 、回転速度  $V_m$ 、回転加速度  $a_m$ 、電流値  $I$ 、負荷トルク  $T$ 、位置  $P_c$ 、速度  $V_c$ 、加速度  $a_c$ 、圧力  $P$ 、電圧  $E$ 、外力  $F$ 、及び画像データ ID）を検出する。なお、動作状態データ OD は、上述した例に限らず、他の如何なるデータを含んでもよく、センサ 22 は、該データを検出するように構成されてもよい。

40

## 【 0 0 2 2 】

制御装置 24 は、ロボット 20 の外部（又は、搬送車 26 の内部）に設置され、ロボット 20 の動作を制御する。図 1 に示すように、制御装置 24 は、プロセッサ 42、記憶部 44、I/O インターフェース 46、入力装置 48、及び表示装置 50 等を有するコンピュータである。プロセッサ 42 は、CPU 又は GPU 等を有し、バス 52 を介して、記憶部 44、I/O インターフェース 46、入力装置 48、及び表示装置 50 に通信可能に接続されている。

50

## 【 0 0 2 3 】

記憶部 4 4 は、R A M 又は R O M 等を有し、プロセッサ 4 2 が実行する演算処理で利用される各種のデータ、及び該演算処理の途中で生成される各種データを、一時的又は恒久的に記憶する。I / O インターフェース 4 6 は、例えば、イーサネット（登録商標）ポート、U S B ポート、光ファイバコネクタ、又は H D M I（登録商標）端子を有し、プロセッサ 4 2 からの指令の下、外部機器との間でデータを有線又は無線で通信する。本実施形態においては、I / O インターフェース 4 6 は、通信ネットワーク 1 8、センサ 2 2、及びサーボモータ 4 0 に接続されている。

## 【 0 0 2 4 】

入力装置 4 8 は、キーボード、マウス、又はタッチパネル等を有し、オペレータからデータ入力を受け付ける。表示装置 5 0 は、液晶ディスプレイ又は有機 E L ディスプレイ等を有し、各種データを表示する。入力装置 4 8 及び表示装置 5 0 は、制御装置 2 4 の筐体とは別体として設けられてもよいし、又は、制御装置 2 4 の筐体に一体に組み込まれてもよい。

10

## 【 0 0 2 5 】

プロセッサ 4 2 は、センサ 2 2 から動作状態データ O D（回転位置 P m、回転速度 V m、回転加速度 m、電流値 I、負荷トルク、位置 P c、速度 V c、加速度 c、圧力 P、電圧 E、外力 F、画像データ I D 等）を取得し、取得した動作状態データ O D を、通信ネットワーク 1 8 を介して、予防保全装置 1 4 に連続的（例えば周期的）に送信する。

## 【 0 0 2 6 】

予防保全装置 1 4 は、プロセッサ 6 2、記憶部 6 4、I / O インターフェース 6 6、入力装置 6 8、及び表示装置 7 0 等を有するコンピュータである。なお、プロセッサ 6 2、記憶部 6 4、I / O インターフェース 6 6、入力装置 6 8、及び表示装置 7 0 の構成は、上述のプロセッサ 4 2、記憶部 4 4、I / O インターフェース 4 6、入力装置 4 8、及び表示装置 5 0 と同様であるので、重複する説明を省略する。

20

## 【 0 0 2 7 】

プロセッサ 6 2 は、バス 7 2 を介して、記憶部 6 4、I / O インターフェース 6 6、入力装置 6 8、及び表示装置 7 0 に通信可能に接続されている。I / O インターフェース 6 6 は、通信ネットワーク 1 8 に接続され、プロセッサ 6 2 は、通信ネットワーク 1 8 を通じて、制御装置 2 4 から動作状態データ O D を入手し、記憶部 6 4 に記憶する。

30

## 【 0 0 2 8 】

プロセッサ 6 2 は、入手した動作状態データ O D に基づいて、ロボットシステム 1 2 の異常 A B を検知する。一例として、プロセッサ 6 2 は、動作状態データ O D が予め定めた基準と異なっているか否かを判定する。具体的には、プロセッサ 6 2 は、センサ 2 2 から取得した動作状態データ O D（回転位置 P m、回転速度 V m、回転加速度 m、電流値 I、負荷トルク、位置 P c、速度 V c、加速度 c、圧力 P、又は電圧 E）の値が、予め定めた基準値 を超えた（ $O D >$ 、又は  $O D <$ ）か否かを判定し、動作状態データ O D の値が基準値 を超えた場合に、該動作状態データ O D が基準と異なっていると判定する。

## 【 0 0 2 9 】

例えば、エンドエフェクタ 3 8 が吸着パッドを有するロボットハンドである場合、圧力センサ 2 2 D から取得した圧力 P を監視することによって、エンドエフェクタ 3 8 が吸着パッドでワークを適切に把持したか否かを判定できる。プロセッサ 6 2 は、圧力 P が基準値  $p$  を超えて上昇（ $P > p$ ）又は低下（ $P < p$ ）した場合に、エンドエフェクタ 3 8 で把持不良の異常 A B 1 が発生したことを検知できる。また、プロセッサ 6 2 は、電圧センサ 2 2 E から取得した電圧 E が基準値  $E$  を超えて低下（ $E < E$ ）した場合に、制御装置 2 4 又は回転検出センサ 2 2 A の電池に電圧低下の異常 A B 2 が発生したことを検知できる。

40

## 【 0 0 3 0 】

また、プロセッサ 6 2 は、力センサ 2 2 F から取得した外力 F が基準値  $F_1$  を超えた

50

場合 ( $F < F_1$  又は  $F > F_1$ ) に、力センサ 22F の動作不良 (つまり、故障) の異常 AB3、又は、ロボット 20 が周辺環境物 (又はオペレータ A1) と衝突した異常 AB4 を検知できる。

【0031】

また、プロセッサ 62 は、動作状態データ OD として視覚センサ 22G が撮像した画像データ ID を取得した場合に、該画像データ ID に含まれる判定情報を参照し、該判定情報が、画像データ ID を適切に撮像していないことを示す場合に、動作状態データ OD (画像データ ID) が基準と異なっていると判定してもよい。これにより、プロセッサ 62 は、視覚センサ 22G に撮像不良の異常 AB5 が発生していることを検知できる。

【0032】

代替的には、画像データ ID に判定情報が含まれていない場合、プロセッサ 62 は、画像データ ID に基づいて、該画像データ ID が基準と異なっているか否かを判定してもよい。具体的には、ロボットシステム 12 の制御装置 24 は、ロボット 20 による作業を実行している間に、視覚センサ 22G によって、ロボット 20 に対して既知の位置に設けられたマーカを撮像する。

【0033】

プロセッサ 62 は、撮像されたマーカの画像データ ID をロボットシステム 12 から入手し、該画像データ ID におけるマーカの位置を取得する。このマーカの位置が、予め定めた基準点からずれている場合に、画像データ ID が基準と異なっていると判定してもよい。こうして、プロセッサ 62 は、画像データ ID に基づいて、視覚センサ 22G に撮像不良の異常 AB5 が発生していることを検知できる。

【0034】

他の例として、プロセッサ 62 は、機械学習によって構築された学習モデル LM を用いて、ロボットシステム 12 の異常 AB を検知してもよい。この学習モデル LM は、動作状態データ OD (例えば、圧力 P) と、ロボットシステム 12 で生じる異常 AB (例えば、エンドエフェクタ 38 の把持不良の異常 AB1) との相関性を示すものであって、例えば、動作状態データ OD と、異常 AB の有無を表す判定データとの学習データセット DS1 を、機械学習装置に反復して与えることによって (例えば、教師あり学習)、構築することができる。

【0035】

プロセッサ 62 は、ロボットシステム 12 から連続的に入手した動作状態データ OD を、学習モデル LM に順次入力する。学習モデル LM は、所定の期間に入力された動作状態データ OD の変化と高い相関性を有する異常 AB がある場合に、該異常 AB を特定して出力する。

【0036】

こうして、プロセッサ 62 は、動作状態データ OD 及び学習モデル LM から、ロボットシステム 12 で生じる異常 AB を検知できる。この学習モデル LM を用いることで、プロセッサ 62 は、異常 AB の発生によってロボットシステム 12 のコンポーネント (例えば、サーボモータ 40、又はセンサ 22) が故障してしまうのを予知できるようになる。なお、プロセッサ 62 は、上述の機械学習装置の機能を実行するように構成されてもよい。

【0037】

以上のように、本実施形態においては、プロセッサ 62 は、動作状態データ OD に基づいて異常 AB を検知する異常検知部 74 (図 1) として機能する。ここで、本実施形態においては、記憶部 64 は、ロボットシステム 12 で生じ得る複数種類の異常 AB にそれぞれ対処するための複数の手順 PR を、該異常 AB を特定する異常特定情報 SI と関連付けて記憶する。

【0038】

一例として、異常特定情報 SI は、複数種類の異常 AB (例えば、異常 AB1、AB2、AB3、AB4、...) に個別に付与された異常識別コード SI1 を有する。具体的には、異常識別コード SI1 は、複数の文字列からなり (いわゆる、エラーコード)、複

10

20

30

40

50

数種類の異常 A B 毎に固有に付与される。

【 0 0 3 9 】

例えば、エンドエフェクタ 3 8 の把持不良の異常 A B 1 には、「 A B 0 0 1 」という文字列の異常識別コード S I 1 が付与され、電池の電圧低下の異常 A B 2 には、「 A B 0 0 2 」という文字列の異常識別コード S I 1 が付与され、力センサ 2 2 F の動作不良の異常 A B 3 には、「 A B 0 0 3 」という文字列の異常識別コード S I 1 が付与され、ロボット 2 0 と周辺環境物との衝突の異常 A B 4 には、「 A B 0 0 4 」という文字列の異常識別コード S I 1 が付与され、視覚センサ 2 2 G の撮像不良の異常 A B 5 には、「 A B 0 0 5 」という文字列の異常識別コード S I 1 が付与される。

【 0 0 4 0 】

一方、各種の異常 A B に対処するための手順 P R は、異常 A B 毎に予め用意される。例えば、手順 P R は、該手順 P R を文字で説明するテキストの画像データ、又は、オペレータ A 1 が該手順 P R を実行する動作を表す静止画又は動画の画像データを有し、オペレータ A 1 が異常 A B に対処するための手順を、テキスト、静止画又は動画で説明する。例えば、吸着パッドを有するエンドエフェクタ 3 8 の把持不良の異常 A B 1 に対処するための手順 P R 1 は、吸着パッド、又は該吸着パッドに負圧を発生させるエアバルブの確認を行う手順を説明する画像データを有する。

【 0 0 4 1 】

また、電池の電圧低下の異常 A B 2 に対処するための手順 P R 2 は、該電池を交換する手順を説明する画像データを有する。また、ロボット 2 0 が周辺環境物と衝突した異常 A B 4 に対処するための手順 P R 4 は、該衝突の有無を確認する手順を説明する画像データを有する。また、視覚センサ 2 2 G の撮像不良の異常 A B 5 に対処するための手順 P R 5 は、視覚センサ 2 2 G の設置位置の確認、視覚センサ 2 2 G の部材（例えば、レンズ）の確認、及び視覚センサ 2 2 G のキャリブレーションを行う手順を説明する画像データを有する。

【 0 0 4 2 】

記憶部 6 4 は、手順 P R（例えば、手順 P R 1、P R 2、・・・）と、異常特定情報 S I（例えば、異常識別コード S I 1：「 A B 0 0 1」、「 A B 0 0 2」、「 A B 0 0 3」、・・・）とを、互いに関連付けて記憶する。予防保全装置 1 4 のオペレータ A 2（例えば、作業ラインの設計者）は、入力装置 6 8 を操作して、複数の手順 P R（手順 P R 1 等）と、該手順 P R に関連付ける異常特定情報 S I（異常識別コード S I 1：「 A B 0 0 1」等）とを入力する。

【 0 0 4 3 】

プロセッサ 6 2 は、入力装置 6 8 を通して、手順 P R 及び異常特定情報 S I の入力を受け付ける。したがって、本実施形態においては、プロセッサ 6 2 は、手順 P R 及び異常特定情報 S I の入力を受け付ける入力受付部 7 6（図 1）として機能する。記憶部 6 4 は、プロセッサ 6 2 が受け付けた手順 P R 及び異常特定情報 S I を互いに関連付けて記憶する。こうして、手順 P R と異常特定情報 S I（具体的には、異常識別コード S I 1）とが、記憶部 6 4 に予め格納される。

【 0 0 4 4 】

プロセッサ 6 2 は、異常検知部 7 4 として機能して異常 A B を検知したとき、該異常 A B を特定する異常特定情報 S I を取得する。一例として、異常 A B の種類（例えば、把持不良の異常 A B 1）と、該異常 A B に付与されている異常識別コード S I 1（例えば、「 A B 0 0 1」）とが互いに関連付けて格納されたデータテーブル D T 1 が、記憶部 6 4 にさらに格納される。プロセッサ 6 2 は、データテーブル D T 1 を参照して、検知した異常 A B に付与された異常識別コード S I 1 を、異常特定情報 S I として取得する。

【 0 0 4 5 】

他の例として、プロセッサ 6 2 は、上述の学習モデル L M を用いて、動作状態データ O D から異常 A B を特定するとともに、該異常 A B に付与された異常識別コード S I 1 を取得してもよい。この場合の学習モデル L M は、動作状態データ O D と、異常 A B の有無を

10

20

30

40

50

表す判定データと、該異常 A B に付与された異常識別コード S I 1 との学習データセット D S 2 を、機械学習装置に反復して与えることによって構築することができる。

【 0 0 4 6 】

プロセッサ 6 2 は、ロボットシステム 1 2 から入手した動作状態データ O D を、学習モデル L M に順次入力し、学習モデル L M は、特定した異常 A B とともに、該異常 A B に付与された異常識別コード S I 1 を出力する。こうして、プロセッサ 6 2 は、動作状態データ O D から、ロボットシステム 1 2 で発生する異常 A B と異常識別コード S I 1 とを取得できる。このように、本実施形態においては、プロセッサ 6 2 は、検知した異常 A B の異常特定情報 S I ( 具体的には、異常識別コード S I 1 ) を取得するデータ取得部 7 8 ( 図 1 ) として機能する。

10

【 0 0 4 7 】

次いで、プロセッサ 6 2 は、取得した異常特定情報 S I に対応する手順 P R を、記憶部 6 4 に記憶された複数の手順 P R の中から取得する。例えば、プロセッサ 6 2 は、把持不良の異常 A B 1 を検知し、異常特定情報 S I として異常 A B 1 に付与されている異常識別コード S I 1 : 「 A B 0 0 1 」を取得した場合、記憶部 6 4 に記憶された複数の手順 P R n ( n = 1 , 2 , 3 , . . . ) の中から、異常識別コード S I 1 : 「 A B 0 0 1 」に関連付けられた手順 P R 1 の画像データを検索して取得する。このように、本実施形態においては、プロセッサ 6 2 は、取得した異常特定情報 S I に対応する手順 P R を取得する手順取得部 8 0 ( 図 1 ) として機能する。

【 0 0 4 8 】

そして、プロセッサ 6 2 は、取得した手順 P R の画像データを、バス 7 2 を通して表示装置 7 0 に供給し、該手順 P R を画像として表示装置 7 0 に表示させる。また、プロセッサ 6 2 は、取得した手順 P R の画像データを、I/O インターフェース 6 6 を通して通信ネットワーク 1 8 に送信し、該通信ネットワークを介して、制御装置 2 4 に供給する。制御装置 2 4 のプロセッサ 4 2 は、I/O インターフェース 4 6 を介して手順 P R の画像データを入手し、該手順 P R を画像として表示装置 5 0 に表示する。

20

【 0 0 4 9 】

このように、本実施形態においては、プロセッサ 6 2 は、取得した手順 P R を、画像として表示装置 5 0 及び 7 0 に表示させる表示制御部 8 2 ( 図 1 ) として機能する。なお、プロセッサ 6 2 は、表示制御部 8 2 として機能し、取得した手順 P R を、表示装置 5 0 の代わりに ( 又は加えて ) 、作業ラインに設置した表示装置 ( 図示せず ) に表示させてもよい。

30

【 0 0 5 0 】

以上のように、本実施形態においては、記憶部 6 4 は、複数の手順 P R を異常特定情報 S I と関連付けて記憶し、プロセッサ 4 2 は、異常検知部 7 4 、入力受付部 7 6 、データ取得部 7 8 、手順取得部 8 0 、及び表示制御部 8 2 として機能して、ロボットシステム 1 2 で発生した異常 A B に対処する手順 P R を提供する。

【 0 0 5 1 】

したがって、記憶部 6 4 、及びプロセッサ 4 2 ( 異常検知部 7 4 、入力受付部 7 6 、データ取得部 7 8 、手順取得部 8 0 、及び表示制御部 8 2 ) は、異常 A B に対処する手順 P R を提供する異常処理装置 9 0 ( 図 1 ) を構成する。このように、本実施形態においては、異常処理装置 9 0 は、予防保全装置 1 4 に実装されている。

40

【 0 0 5 2 】

異常処理装置 9 0 においては、記憶部 6 4 が、複数の手順 P R を異常特定情報 S I と関連付けて記憶し、異常検知部 7 4 が、動作状態データ O D に基づいて異常 A B を検知し、データ取得部 7 8 が、異常検知部 7 4 が検知した異常 A B の異常特定情報 S I ( 具体的には、異常識別コード S I 1 ) を取得し、データ取得部 7 8 が取得した異常特定情報 S I に対応する手順 P R を、記憶部 6 4 に記憶された複数の手順 P R の中から取得する。この構成によれば、ロボットシステム 1 2 で発生し得る種々の異常 A B に対処するための手順 P R を、自動で取得して提供することが可能となる。したがって、多様な異常 A B に対して

50

適切且つ容易に対処することが可能となる。

【 0 0 5 3 】

また、異常処理装置 9 0 においては、入力受付部 7 6 は、手順 P R 及び異常特定情報 S I ( 異常識別コード S I 1 ) の入力を受け付け、記憶部 6 4 は、入力受付部 7 6 が受け付けた手順 P R 及び異常特定情報 S I を互いに関連付けて記憶する。この構成によれば、オペレータ A 2 は、手順 P R 及び異常特定情報 S I を任意に入力することができるので、手順 P R 及び異常特定情報 S I を、必要に応じて追加、削除又は編集することによって、最新のデータに更新することができる。

【 0 0 5 4 】

また、異常処理装置 9 0 においては、異常特定情報 S I は、複数種類の異常 A B に個別に付与された異常識別コード S I 1 を有し、データ取得部 7 8 は、異常検知部 7 4 が検知した異常 A B に付与された異常識別コード S I 1 を、異常特定情報 S I として取得する。この構成によれば、プロセッサ 6 2 は、手順取得部 8 0 として機能して、発生した異常 A B に対処するための手順 P R を、異常識別コード S I 1 によって容易且つ迅速に検索することができる。

10

【 0 0 5 5 】

また、異常処理装置 9 0 においては、表示制御部 8 2 は、手順取得部 8 0 が取得した手順 P R を、画像として表示装置 5 0 及び 7 0 に表示させる。このように表示装置 5 0 及び 7 0 に表示された手順 P R の画像を視認することによって、作業ラインのオペレータ A 1 と、予防保全装置 1 4 のオペレータ A 2 とは、異常 A B に対処するための手順 P R を容易に理解することができる。そして、オペレータ A 1 は、専門的な知識が無くとも、表示装置 5 0 に表示された手順 P R に従って、作業ラインで異常 A B に適切に対処することができる。

20

【 0 0 5 6 】

なお、プロセッサ 6 2 は、表示制御部 8 2 として機能し、手順取得部 8 0 が取得した手順 P R の画像データを、通信ネットワーク 1 8 を介して外部機器 1 6 に送信し、該外部機器 1 6 に設けられた表示装置 ( 図示せず ) に表示させてもよい。この場合、外部機器 1 6 のオペレータ A 3 ( 例えば、作業ラインの管理者 ) も、異常 A B に対処するための手順 P R を容易に理解することができる。

【 0 0 5 7 】

なお、手順 P R は、画像データの代わりに ( 又は加えて ) 、該手順 P R を音声で説明する音声データを有してもよい。この場合、プロセッサ 6 2 は、手順 P R の音声データを、予防保全装置 1 4 ( 又は制御装置 2 4 ) に設けられたスピーカを通して出力してもよい。手順 P R が音声データのみを有する場合、異常処理装置 9 0 から表示制御部を省略できる。

30

【 0 0 5 8 】

また、異常処理装置 9 0 から入力受付部 7 6 を省略することもできる。例えば、手順 P R 及び異常特定情報 S I は、異常処理装置 9 0 の外部機器 1 6 を用いて用意され、通信ネットワーク 1 8 ( 又は、外付けメモリ ) を介して予防保全装置 1 4 にダウンロードされてもよい。

【 0 0 5 9 】

なお、発生した異常 A B の種類によっては、オペレータ A 1 がロボット 2 0 を作業ラインから切り離す必要があり得る。例えば、電池の電圧低下の異常 A B 2 は、オペレータ A 1 が電池を交換することにより、作業ラインで対処可能である一方、力センサ 2 2 F の動作不良の異常 A B 3 については、力センサ 2 2 F の交換が不可であることからオペレータ A 1 が作業ラインで対処できない場合がある。

40

【 0 0 6 0 】

このような場合、作業ラインで作業を継続するためには、力センサ 2 2 F が設けられたロボット 2 0 を作業ラインから切り離す必要がある。そこで、力センサ 2 2 F の動作不良の異常 A B 3 に対処するための手順 P R 3 は、例えば、ロボット 2 0 を作業ラインから切り離す手順 P R 3 \_ 1 と、作業ラインでロボット 2 0 が実行していた作業を、オペレータ A

50

1 に手動で代行させるための手順 P R 3 \_ 2 とを有する。

【 0 0 6 1 】

具体的には、ロボット 2 0 を切り離す手順 P R 3 \_ 1 は、搬送車 2 6 を操作してロボット 2 0 を作業ラインから退去させる手順を文字で説明するテキストの画像データ、又は、該手順をオペレータ A 1 が実行する動作を表す静止画又は動画の画像データを有し得る。また、ロボット 2 0 を切り離す手順 P R 3 \_ 1 は、制御装置 2 4 と、該制御装置 2 4 の上位コントローラ（図示せず）との通信接続を遮断する手順を文字で説明するテキストの画像データ、又は、該手順をオペレータ A 1 が実行する動作を表す静止画又は動画の画像データを有し得る。

【 0 0 6 2 】

一方、オペレータ A 1 に作業を代行させる手順 P R 3 \_ 2 は、ロボット 2 0 の切り離し後に作業ラインでオペレータ A 1 がロボット 2 0 の代わりに実行すべき作業の手順（例えば、ワークハンドリングの手順）を文字で説明するテキストの画像データ、又は、該手順をオペレータ A 1 が実行する動作を表す静止画又は動画の画像データを有し得る。

【 0 0 6 3 】

プロセッサ 6 2 は、力センサ 2 2 F の動作不良の異常 A B 3 を検知した場合、データ取得部 7 8 として機能して、該異常 A B 3 に付与された異常識別コード S I 1 : 「 A B 0 0 3 」を取得し、手順取得部 8 0 として機能して、異常識別コード S I 1 : 「 A B 0 0 3 」に関連付けられた手順 P R 3 を記憶部 6 4 から検索して取得する。そして、プロセッサ 6 2 は、表示制御部 8 2 として機能し、表示装置 5 0 及び 7 0 に手順 P R 3 の画像データを供給し、表示装置 5 0 及び 7 0 に、手順 P R 3 \_ 1 の画像と、手順 P R 3 \_ 2 の画像とを、順に表示させる。

【 0 0 6 4 】

この構成によれば、オペレータ A 1 及び A 2 は、異常 A B 3 に対処するために、作業ラインからのロボット 2 0 の切り離しの手順 P R 3 \_ 1 と、切り離し後にオペレータ A 1 が代行すべき作業の手順 P R 3 \_ 2 とを、容易に理解することができる。その結果、オペレータ A 1 がロボット 2 0 の作業を代行することによって、作業ラインでの作業を継続することができる。

【 0 0 6 5 】

なお、ロボット 2 0 の切り離しと作業代行の手順 P R 3 を要する異常 A B は、力センサ 2 2 F の動作不良の異常 A B 3 の他にも存在し得る。例えば、視覚センサ 2 2 G の撮像不良の異常 A B 5 が繰り返し発生する異常 A B 5 '、及び、センサ 2 2 の検出値の異常 A B 6（例えば、検出値が継続的にゼロ）も、手順 P R 3 を提供する必要がある。手順 P R 3 は、これら異常 A B 3、A B 5 ' 及び A B 6 等に付与された異常識別コード S I 1（例えば、「 A B 0 0 3 」、「 A B 0 0 5 '」、及び「 A B 0 0 6 」）に関連付けられて、記憶部 6 4 に記憶される。

【 0 0 6 6 】

次に、図 3 を参照して、予防保全装置 1 4 の他の機能について説明する。本実施形態においては、プロセッサ 6 2 は、上述の異常検知部 7 4、入力受付部 7 6、データ取得部 7 8、手順取得部 8 0、及び表示制御部 8 2 に加えて、可否判定部 8 4、通知生成部 8 6、及び通信制御部 8 8 として機能する。以下、図 4 を参照して、予防保全装置 1 4 の動作フローについて説明する。図 4 に示すフローは、プロセッサ 6 2 が、オペレータ A 2、上位コントローラ、又はコンピュータプログラムから動作開始指令を受け付けたときに、開始される。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 1 において、プロセッサ 6 2 は、動作状態データ O D を取得する動作を開始する。具体的には、プロセッサ 6 2 は、上述したように、通信ネットワーク 1 8 を通じて、制御装置 2 4 から動作状態データ O D を連続的（例えば、周期的）に入手する動作を開始する。

【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

ステップS2において、プロセッサ62は、異常検知部74として機能し、上述した方法により、動作状態データODに基づいて異常ABを検知したか否かを判定する。プロセッサ62は、異常ABを検知した場合はYESと判定し、ステップS3へ進む一方、異常ABを検知していない場合はNOと判定し、ステップS5へ進む。

【0069】

ステップS3において、プロセッサ62は、異常特定情報SIに基づいて、作業ラインからロボット20を切り離す必要があるか否かを判定する。具体的には、プロセッサ62は、データ取得部78として機能し、直近のステップS2で検知した異常ABの異常識別コードSI1を、異常特定情報SIとして取得する。

【0070】

そして、プロセッサ62は、取得した異常識別コードSI1が、ロボット20を作業ラインから切り離す必要があるコードSI1<sub>X</sub>に該当するか否かを判定する。例えば、上述した異常AB3、AB5'及びAB6に付与された異常識別コードSI1：「AB003」、 「AB005'」、及び「AB006」は、コードSI1<sub>X</sub>に分類される。

【0071】

プロセッサ62は、このステップS3において、コードSI1<sub>X</sub>に分類されている異常識別コードSI1（例えば、「AB003」、「AB005'」、又は「AB006」）を取得した場合はYESと判定し、ステップS6へ進む一方、コードSI1<sub>X</sub>に分類されていない異常識別コードSI1を取得した場合はNOと判定し、ステップS4へ進む。

【0072】

ステップS4において、プロセッサ62は、手順取得部80として機能して、上述した方法により、直近のステップS3で取得した異常特定情報SI（具体的には、異常識別コードSI1）に対応する手順PRを、記憶部64に記憶された複数の手順PRの中から取得する。そして、プロセッサ62は、表示制御部82として機能して、取得した手順PRを、画像として表示装置50及び70（並びに、外部機器16の表示装置）に表示させる。

【0073】

ステップS5において、プロセッサ62は、オペレータA2、上位コントローラ、又はコンピュータプログラムから、動作終了指令を受け付けたか否かを判定する。プロセッサ62は、動作終了指令を受け付けた場合はYESと判定し、図4に示すフローを終了する一方、動作終了指令を受け付けていない場合はNOと判定し、ステップS2へ戻る。

【0074】

一方、ステップS3でYESと判定した場合、プロセッサ62は、ステップS6において、直近のステップS2で検知した異常ABへ対処可能か否かを判定する。ここで、オペレータA1がロボット20を作業ラインから切り離すことができない場合（例えば、オペレータA1が搬送車26の操作を許可されていない場合、又は、そもそもロボット20が搬送車26を有しておらず、作業ラインに固定されて移動できない場合）がある。

【0075】

また、ロボット20を切り離したとしても、該ロボット20が実行していた作業をオペレータA1が代行できない場合（例えば、ロボット20がレーザ加工を実行する場合）もある。これらの場合、オペレータA1は、検知された異常ABに対し作業ラインで対処することができない。

【0076】

そこで、プロセッサ62は、このステップS6において、異常特定情報SIとともに、異常ABへ対処の可否を判定するための可否判定情報DIを取得し、該可否判定情報DIに基づいて、異常ABへ対処可能か否かを判定する。一例として、可否判定情報DIは、ロボット20を識別する識別コードDI1（製造番号、型番等）と、作業ラインから切り離し不可であるロボットの識別コードDI1<sub>X</sub>を格納したデータテーブルDT2とを含む。

【0077】

他の例として、可否判定情報DIは、ロボット20が実行する作業を識別する識別コー

10

20

30

40

50

ド D I 2 (例えば、レーザ加工を表す識別コード)と、オペレータ A 1 が代行不可である作業の識別コード D I 2<sub>x</sub> を格納したデータテーブル D T 3 とを含む。これら識別コード D I 1 及び D I 2、並びに、データテーブル D T 2 及び D T 3 は、例えば、制御装置 2 4 の記憶部 4 4 に予め格納される。

【 0 0 7 8 】

プロセッサ 6 2 は、データ取得部 7 8 として機能して、直近のステップ S 2 で検知した異常 A B の異常特定情報 S I (異常識別コード S I 1) を取得するとともに、識別コード D I 1 (又は D I 2)、及びデータテーブル D T 2 (又は D T 3) を、制御装置 2 4 から通信ネットワーク 1 8 を介して入手する。

【 0 0 7 9 】

そして、プロセッサ 6 2 は、取得した識別コード D I 1 (又は D I 2) が、データテーブル D T 2 (又は D T 3) に含まれる識別コード D I 1<sub>x</sub> (又は D I 2<sub>x</sub>) に該当するかどうかを判定し、該当する場合は Y E S と判定してステップ S 8 へ進む一方、該当しない場合は N O と判定してステップ S 7 へ進む。このように、本実施形態においては、プロセッサ 6 2 は、可否判定情報 D I に基づいて異常 A B へ対処可能かどうかを判定する可否判定部 8 4 (図 3) として機能する。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 7 において、プロセッサ 6 2 は、手順取得部 8 0 として機能して、直近のステップ S 3 で取得した異常特定情報 S I (例えば、異常識別コード S I 1: 「 A B 0 0 3 」、「 A B 0 0 5 」、又は「 A B 0 0 6 」) に対応する、ロボット 2 0 の切り離しと作業代行の手順 P R 3 (具体的には、手順 P R 3\_1 及び P R 3\_2) を取得する。

【 0 0 8 1 】

そして、プロセッサ 6 2 は、表示制御部 8 2 として機能して、取得した手順 P R 3 を、画像として表示装置 5 0 及び 7 0 (並びに、外部機器 1 6 の表示装置) に表示させる。その結果、作業ラインのオペレータ A 1 は、ロボット 2 0 を作業ラインから切り離す手順 P R 3\_1 と、ロボット 2 0 の切り離し後に代行すべき作業の手順 P R 3\_2 とを、容易に理解することができ、専門的な知識が無くとも、これら手順 P R 3\_1 及び P R 3\_2 を作業ラインで実行できる。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 8 において、プロセッサ 6 2 は、直近のステップ S 2 で検知した異常 A B への対処が不可であることを通知する通知データ N D を生成し、外部機器 1 6 へ送信する。具体的には、プロセッサ 6 2 は、例えば「ロボットシステムで対処不可の異常が発生」という警告を表す通知データ N D を、画像データ又は音声データとして生成する。このように、本実施形態においては、プロセッサ 6 2 は、ステップ S 6 で異常 A B への対処が不可である(つまり、 Y E S) と判定した場合に通知データ N D を生成する通知生成部 8 6 (図 3) として機能する。

【 0 0 8 3 】

そして、プロセッサ 6 2 は、生成した通知データ N D を、送信先として記憶部 6 4 に予め登録された外部機器 1 6 へ、通信ネットワーク 1 8 を介して送信する。なお、プロセッサ 6 2 は、Eメールの形式で通知データ N D を外部機器 1 6 へ送信してもよい。

【 0 0 8 4 】

これにより、外部機器 1 6 のオペレータ A 3 (例えば、作業ラインの管理者) は、ロボットシステム 1 2 で対処不可な異常 A B が発生していることを容易に認識できる。このように、本実施形態においては、プロセッサ 6 2 は、生成した通知データ N D を外部機器 1 6 に送信する通信制御部 8 8 (図 3) として機能する。ステップ S 8 を実行後、プロセッサ 6 2 は、図 4 のフローを終了する。

【 0 0 8 5 】

以上のように、本実施形態においては、プロセッサ 4 2 は、異常検知部 7 4、入力受付部 7 6、データ取得部 7 8、手順取得部 8 0、表示制御部 8 2、可否判定部 8 4、通知生成部 8 6、及び通信制御部 8 8 として機能して、記憶部 6 4 に記憶された手順 P R を提供

10

20

30

40

50

している。

【 0 0 8 6 】

したがって、記憶部 6 4 及びプロセッサ 4 2 ( 異常検知部 7 4、入力受付部 7 6、データ取得部 7 8、手順取得部 8 0、表示制御部 8 2、可否判定部 8 4、通知生成部 8 6、及び通信制御部 8 8 ) は、異常 A B に対処する手順 P R を提供する異常処理装置 1 0 0 ( 図 1 ) を構成する。このように、本実施形態においては、異常処理装置 1 0 0 は、予防保全装置 1 4 に実装されている。

【 0 0 8 7 】

異常処理装置 1 0 0 においては、データ取得部 7 8 は、異常特定情報 S I とともに可否判定情報 D I を取得し、可否判定部 8 4 は、可否判定情報 D I に基づいて異常 A B へ対処可能か否かを判定し、通知生成部 8 6 は、可否判定部 8 4 が異常 A B へ対処不可と判定した場合にその旨を通知する通知データ N D を生成する。この構成によれば、オペレータ A 1 が作業ラインで対処できない異常 A B がロボットシステム 1 2 で生じたときに、その旨を自動で通知できる。

10

【 0 0 8 8 】

また、異常処理装置 1 0 0 においては、通信制御部 8 8 は、通知生成部 8 6 が生成した通知データ N D を、異常処理装置 1 0 0 の外部機器 1 6 に送信する。この構成によれば、対処不可の異常 A B が生じたことを、外部機器 1 6 のオペレータ A 3 ( 例えば、作業ラインの管理者 ) に自動で通知できる。

【 0 0 8 9 】

なお、上述のステップ S 4 において、プロセッサ 6 2 は、手順 P R を、オペレータからの入力データ I P に応じて段階的に提供してもよい。例えば、視覚センサ 2 2 G の撮像不良の異常 A B 5 に対処するための手順 P R 5 は、視覚センサ 2 2 G の設置位置 ( 又は部材 ) の確認を行う手順 P R 5 \_ 1 と、視覚センサ 2 2 G のキャリブレーションを行う手順 P R 5 \_ 2 とを有する。

20

【 0 0 9 0 】

この場合において、プロセッサ 6 2 は、ステップ S 4 において、まず、手順 P R 5 \_ 1 を取得して表示装置 5 0 に表示させる。このとき、プロセッサ 6 2 は、視覚センサ 2 2 G の設置位置のずれの有無を入力するための入力画像を表示装置 5 0 に表示させる。オペレータ A 1 は、手順 P R 5 \_ 1 に従って視覚センサ 2 2 G の設置位置のずれの有無を確認し、該ずれを解消できた場合、入力装置 4 8 を操作して、表示装置 5 0 に表示された入力画像に異常 A B 5 に対処できたことを示す入力データ I P 1 を入力する。

30

【 0 0 9 1 】

一方、オペレータ A 1 は、視覚センサ 2 2 G の設置位置のずれが無かった場合、入力装置 4 8 を操作して、表示装置 5 0 に表示された入力画像に該ずれが無かったことを示す入力データ I P 2 を入力する。プロセッサ 6 2 は、制御装置 2 4 から入力データ I P 1 を受け付けた場合はステップ S 4 を終了する一方、制御装置 2 4 から入力データ I P 2 を受け付けた場合は、キャリブレーションを行う手順 P R 5 \_ 2 を取得して表示装置 5 0 に表示させる。このようにステップ S 4 で手順 P R を段階的に提供することによって、オペレータ A 1 は、ロボットシステム 1 2 の状況に応じて適切な対処を行うことができる。

40

【 0 0 9 2 】

次に、図 5 を参照して、図 3 に示す予防保全装置 1 4 のさらに他の機能について説明する。なお、図 5 に示すフローにおいて、図 4 に示すフローと同様のプロセスには同じステップ番号を付し、重複する説明を省略する。図 5 に示すフローを開始後、プロセッサ 6 2 は、図 4 のフローと同様に、ステップ S 1 ~ S 4 を実行する。

【 0 0 9 3 】

ステップ S 4 の後、ステップ S 3 ' において、プロセッサ 6 2 は、オペレータ A 1 からの入力データ I P に基づいて、作業ラインからロボット 2 0 を切り離す必要があるか否かを判定する。ここで、ステップ S 4 で異常 A B に対処するための手順 P R をオペレータ A 1 に提供し、オペレータ A 1 が該手順 P R を実行したとしても、異常 A B に対処できない場

50

合がある。

【 0 0 9 4 】

一例として、ステップ S 2 において、プロセッサ 6 2 は、力センサ 2 2 F が取得した外力 F が基準値  $F_2$  を超えて増加 ( $F > E_2$ ) することを検知し、これにより、ロボット 2 0 が周辺環境物と衝突した異常 A B 4 を検知したとする。この場合、プロセッサ 6 2 は、ステップ S 3 で N O と判定し、ステップ S 4 において、異常 A B 4 に対処するための手順 P R 4 (つまり、衝突の有無を確認する手順を説明する画像データ) を取得し、制御装置 2 4 の表示装置 5 0 に表示させる。

【 0 0 9 5 】

これとともに、プロセッサ 6 2 は、ロボット 2 0 と周辺環境物との衝突の有無を入力するための入力画像を制御装置 2 4 に供給し、表示装置 5 0 に表示させる。オペレータ A は、手順 P R 4 に従ってロボット 2 0 と周辺環境物との衝突の有無を確認し、該衝突があった場合は、周辺環境物を退去させる等、衝突を解消するための処置を行う。これにより、異常 A B 4 に対処することができる。この場合、オペレータ A は、入力装置 4 8 を操作して、表示装置 5 0 に表示された入力画像に、周辺環境物との衝突があったことを示す入力データ I P 1 を入力する。

10

【 0 0 9 6 】

一方、オペレータ A は、手順 P R 4 に従ってロボット 2 0 と周辺環境物との衝突の有無を確認した結果、該衝突が無かった場合は、外力 F が基準値  $F_2$  を超えて増加した異常が、オペレータ A が対処不可である、力センサ 2 2 F の動作不良の異常 A B 3 に起因し得る。この場合、オペレータ A は、入力装置 4 8 を操作して、表示装置 5 0 に表示された入力画像に、周辺環境物との衝突が無かったことを示す入力データ I P 2 を入力する。

20

【 0 0 9 7 】

他の例として、プロセッサ 6 2 が、ステップ S 2 において、視覚センサ 2 2 G の撮像不良の異常 A B 5 を検知したとする。この場合、プロセッサ 6 2 は、ステップ S 3 で N O と判定し、ステップ S 4 において、異常 A B 5 に対処するための手順 P R 5 (つまり、視覚センサ 2 2 G の確認、及びキャリブレーションを行う手順を説明する画像データ) を取得し、制御装置 2 4 の表示装置 5 0 に表示させる。

【 0 0 9 8 】

これとともに、プロセッサ 6 2 は、異常 A B 5 が解消したか否かを入力するための入力画像を制御装置 2 4 に供給し、表示装置 5 0 に表示させる。オペレータ A は、手順 P R 5 に従ってキャリブレーション等の必要な処置を行う。その結果、異常 A B 5 を解消できた場合、オペレータ A は、入力装置 4 8 を操作して、表示装置 5 0 に表示された入力画像に、異常 A B 5 が解消したことを示す入力データ I P 1 を入力する。

30

【 0 0 9 9 】

一方、オペレータ A 1 は、手順 P R 5 に従って処置を行ったとしても異常 A B 5 が解消できなかった場合、オペレータ A が対処不可である異常 A B 5 ' が発生していることになる。この場合、オペレータ A 1 は、入力装置 4 8 を操作して、表示装置 5 0 に表示された入力画像に、異常 A B 5 が解消していないことを示す入力データ I P 2 を入力する。制御装置 2 4 のプロセッサ 4 2 は、上述のようにオペレータ A 1 によって入力された入力データ I P 1 又は I P 2 を、通信ネットワーク 1 8 を介して、予防保全装置 1 4 に送信する。

40

【 0 1 0 0 】

プロセッサ 6 2 は、このステップ S 3 ' において、制御装置 2 4 から入力データ I P 2 を受け付けた場合は、ロボット 2 0 を切り離す必要がある (すなわち、Y E S) と判定し、ステップ S 6 へ進む一方、予防保全装置 1 4 から入力データ I P 1 を受け付けた場合は、ロボット 2 0 を切り離す必要がない (すなわち、N O) と判定し、ステップ S 5 へ進む。そして、プロセッサ 6 2 は、図 4 のフローと同様に、ステップ S 6 ~ S 8、又はステップ S 5 を順次実行する。

【 0 1 0 1 】

以上のように、本実施形態においては、プロセッサ 6 2 は、ステップ S 3 で異常特定情

50

報 S I に基づいてロボット 20 の切り離しの要否を判定し、ステップ S 4 で手順 P R を提供した後、ステップ S 3 ' において、オペレータ A 1 からの入力データ I P に基づいてロボット 20 の切り離しの要否を再度判定している。この構成によれば、仮に、ステップ S 4 で提示された手順 P R によって異常 A B に対処できなかった場合でも、ステップ S 7 でロボット 20 の切り離しを行うことで作業を継続でき得る。よって、作業が中断してしまう可能性を低減できる。

#### 【 0 1 0 2 】

なお、上述の実施形態においては、異常処理装置 90 及び 100 が予防保全装置 14 に実装される場合について述べた。しかしながら、これに限らず、異常処理装置 90 又は 100 のコンポーネント（すなわち、記憶部 64、異常検知部 74、入力受付部 76、データ取得部 78、手順取得部 80、表示制御部 82、可否判定部 84、通知生成部 86、及び通信制御部 88）の少なくとも 1 つが制御装置 24 に実装されてもよい。

10

#### 【 0 1 0 3 】

このような形態を、図 6 に示す。図 6 に示すネットワークシステム 10 においては、異常処理装置 100 の記憶部 64、入力受付部 76、データ取得部 78、手順取得部 80、表示制御部 82、可否判定部 84、通知生成部 86、及び通信制御部 88 は、予防保全装置 14 に実装される一方、異常処理装置 100 の異常検知部 74 は、制御装置 24 に実装されている。

#### 【 0 1 0 4 】

図 6 に示すネットワークシステム 10 においては、制御装置 24 のプロセッサ 42 と、予防保全装置 14 のプロセッサ 62 とが、互いに通信しつつ、図 4 又は図 5 に示すフローを実行する。具体的には、制御装置 24 のプロセッサ 42 は、ステップ S 1 において、センサ 22 から動作状態データ O D を取得する動作を開始し、ステップ S 2 において、異常検知部 74 として機能して、上述の実施形態と同様に、動作状態データ O D に基づいて異常 A B を検知したか否かを判定する。

20

#### 【 0 1 0 5 】

ステップ S 2 で異常 A B を検知（すなわち、Y E S と判定）すると、制御装置 24 のプロセッサ 42 は、検知した異常 A B の異常特定情報 S I（具体的には、異常識別コード S I 1）を、通信ネットワーク 18 を介して予防保全装置 14 に提供する、予防保全装置 14 のプロセッサ 62 は、データ取得部 78 として機能して、制御装置 24 から異常特定情報 S I を取得し、上述の実施形態と同様にステップ S 3 ~ S 8 を順次実行する。

30

#### 【 0 1 0 6 】

なお、異常処理装置 90 又は 100 は、制御装置 24 に実装されてもよい。この場合、制御装置 24 の記憶部 44 は、複数の手順 P R を異常特定情報 S I と関連付けて記憶し、制御装置 24 のプロセッサ 42 は、異常検知部 74、入力受付部 76、データ取得部 78、手順取得部 80、表示制御部 82、可否判定部 84、通知生成部 86、及び通信制御部 88 として機能する。

#### 【 0 1 0 7 】

なお、異常特定情報 S I は、異常識別コード S I 1 に限らず、異常 A B を特定するための他の如何なるデータを含んでもよい。例えば、異常特定情報 S I は、センサ 22 が検出する複数種類の動作状態データ O D（例えば、回転位置 P m、回転速度 V m、回転加速度 m、電流値 I、負荷トルク、位置 P c、速度 V c、加速度 c、圧力 P、電圧 E、外力 F、及び画像データ I D 等）に個別に付与されたデータ識別コード S I 2 を含んでもよい。

40

#### 【 0 1 0 8 】

記憶部 64（又は 44）は、複数の手順 P R を、データ識別コード S I 2 と関連付けて記憶する。例えば、電圧センサ 22 E によって検出される電圧 E に対し、データ識別コード S I 2：「DATA - E」が付与され、電圧 E の異常 A B 2 に関する手順 P R 2（電池を交換する手順を説明する画像データ）は、データ識別コード S I 2：「DATA - E」と関連付けられて記憶部 64 に記憶され得る。

50

## 【 0 1 0 9 】

また、1つの種類の動作状態データODに対し、その変化の態様に応じて、複数のデータ識別コードSI2が付与されてもよい。例えば、力センサ22Fによって検出される外力Fについて、基準値  $F_1$  を超えて低下した外力F1には、データ識別コードSI2：「DATA-F1」が付与される一方、基準値  $F_2$  を超えて増加した外力F2には、データ識別コードSI2：「DATA-F2」が付与されてもよい。

## 【 0 1 1 0 】

この場合、外力低下の異常AB3に関する手順PR3（ロボット20の切り離し、及び代行作業を説明する画像データ）は、データ識別コードSI2：「DATA-F1」と関連付けられて、記憶部64に記憶され得る。また、外力増加の異常AB4に関する手順PR4（衝突の有無を確認する手順を説明する画像データ）は、データ識別コードSI2：「DATA-F2」と関連付けられて、記憶部64に記憶され得る。

10

## 【 0 1 1 1 】

プロセッサ62（又は42）は、データ取得部78として機能し、異常特定情報SIとして、上述の異常識別コードSI1の代わりに（又は加えて）、データ識別コードSI2を取得する。例えば、プロセッサ62（又は42）は、電圧Eが低下する異常AB2を検知したときに、データ取得部78として機能して、電圧Eに付与されたデータ識別コードSI2：「DATA-E」を、異常特定情報SIとして取得する。

## 【 0 1 1 2 】

また、異常特定情報SIは、複数種類のセンサ22（例えば、回転検出センサ22A、電流センサ22B、トルクセンサ22C、圧力センサ22D、電圧センサ22E、力センサ22F、視覚センサ22G）に個別に付与されたセンサ識別コードSI3を含んでもよい。記憶部64（又は44）は、複数の手順PRを、センサ識別コードSI3と関連付けて記憶する。

20

## 【 0 1 1 3 】

例えば、電圧センサ22Eに対し、センサ識別コードSI3：「SENSOR-E」が付与され、電圧センサ22Eによって検出される電圧Eの異常AB2に関する手順PR2は、センサ識別コードSI3：「SENSOR-E」と関連付けられて、記憶部64に記憶され得る。

## 【 0 1 1 4 】

プロセッサ62（又は42）は、データ取得部78として機能し、異常特定情報SIとして、上述の異常識別コードSI1の代わりに（又は加えて）、センサ識別コードSI3を取得する。例えば、プロセッサ62（又は42）は、電圧Eが低下する異常AB2を検知したときに、データ取得部78として機能して、電圧Eを検出した電圧センサ22Eに付与されたセンサ識別コードSI3：「SENSOR-E」を、異常特定情報SIとして取得する。なお、異常識別コードSI1、データ識別コードSI2、及びセンサ識別コードSI3は、文字列に限らず、例えば記号（○、 $\square$ 、 $\triangle$ 、+、-、\*等）の組み合わせであってもよい。また、手順PRは、多言語のテキストのデータを含んでもよい。

30

## 【 0 1 1 5 】

また、異常AB及び手順PRは、上述の実施形態で例示したもの以外にも種々あり得る。例えば、異常ABは、センサ22又はサーボモータ40と制御装置24（I/Oインターフェース46）との通信障害の異常AB6を含み得る。この異常AB6は、例えば、センサ22又はサーボモータ40の検出値を監視することで、検知できる。この異常AB6に対処するための手順PR6は、例えば、センサ22又はサーボモータ40と制御装置24との通信ケーブルの接続を確認する手順を説明した画像データ又は音声データを含む。

40

## 【 0 1 1 6 】

なお、ロボット20は、図2に示すような垂直多関節ロボットに限らず、水平多関節ロボット、パラレルリンクロボット、又は、複数のボールねじ機構を有するワークテーブル装置等、如何なるタイプのロボットであってもよい。以上、実施形態を通じて本開示を説明したが、上述の実施形態は、特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。

50

## 【符号の説明】

## 【0117】

10	ネットワークシステム	
12	ロボットシステム	
14	予防保全装置	
16	外部機器	
18	通信ネットワーク	
20	ロボット	
22	センサ	
24	制御装置	10
42, 62	プロセッサ	
74	異常検知部	
76	入力受付部	
78	データ取得部	
80	手順取得部	
82	表示制御部	
84	可否判定部	
86	通知生成部	
88	通信制御部	20

30

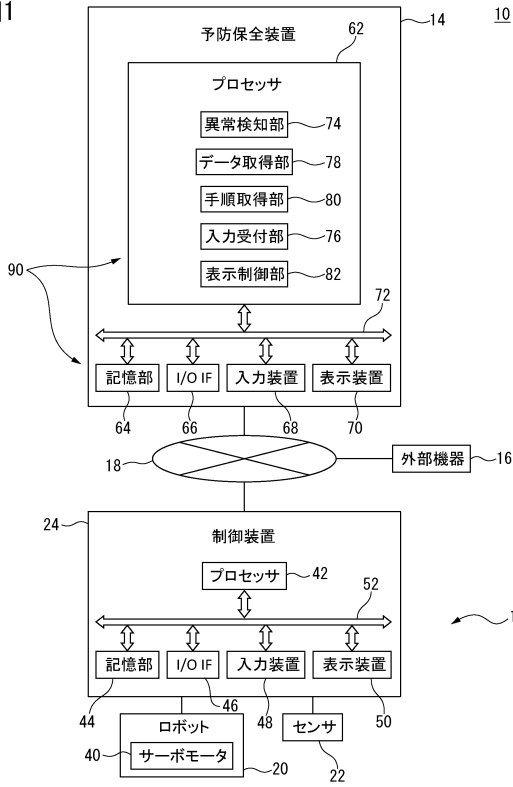
40

50

【図面】

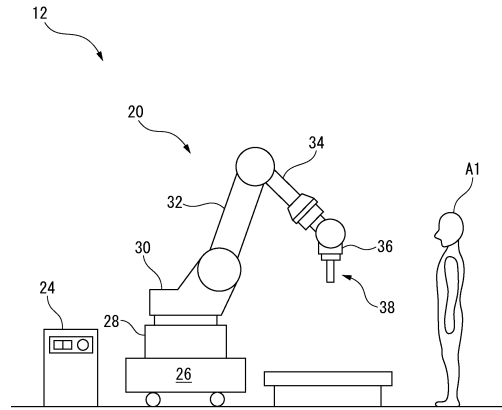
【図 1】

図1



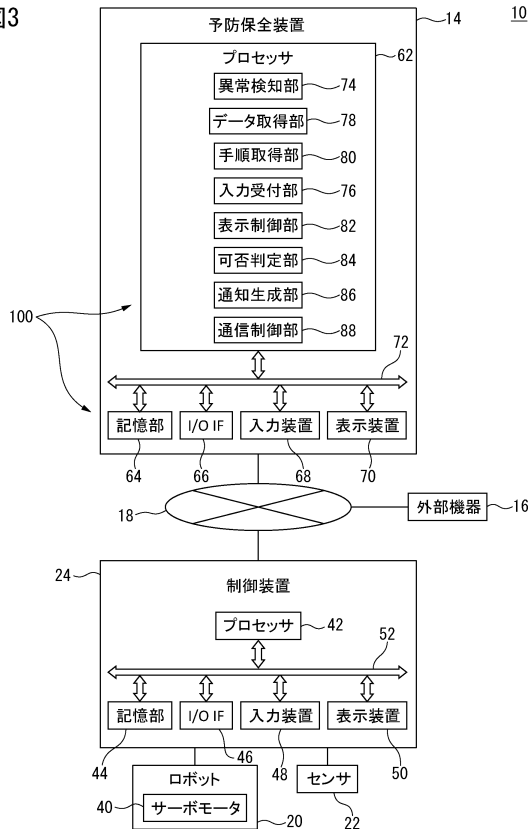
【図 2】

図2



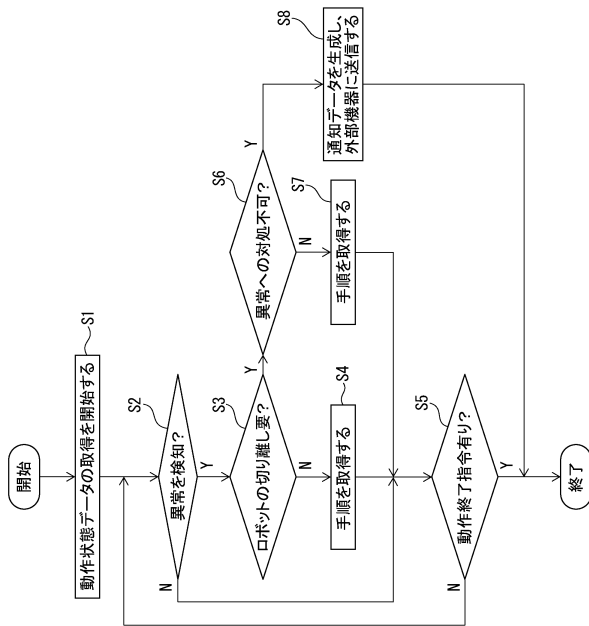
【図 3】

図3



【図 4】

図4



10

20

30

40

50

【 図 5 】

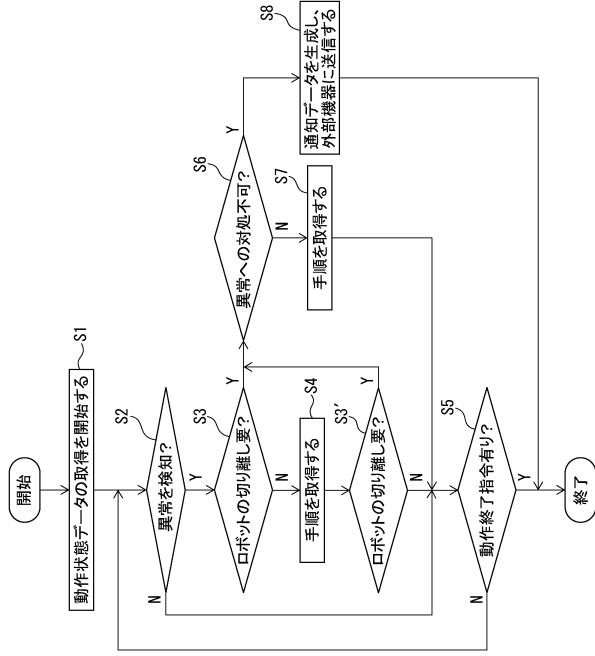
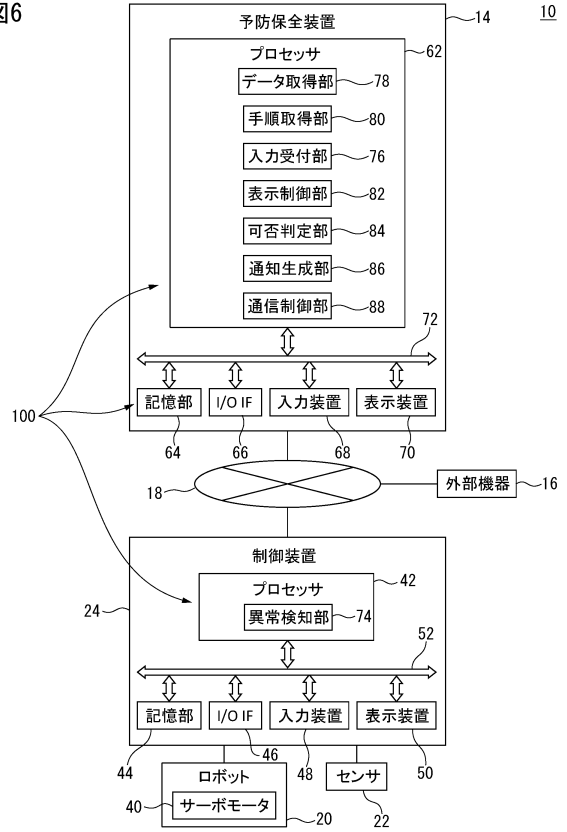


図5

【 図 6 】

図6



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 3 0 7 6 1 2 ( J P , A )  
特開 2 0 1 8 - 0 1 3 9 1 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 2 6 7 7 2 6 ( J P , A )  
特許第 6 1 5 2 4 9 9 ( J P , B 1 )  
特開 2 0 2 0 - 0 5 2 4 5 9 ( J P , A )  
特開 2 0 1 9 - 1 9 1 7 9 9 ( J P , A )  
米国特許第 1 0 3 3 5 9 6 2 ( U S , B 1 )  
特開 2 0 0 9 - 0 9 9 1 3 5 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
G 0 5 B 2 3 / 0 0 - 2 3 / 0 2