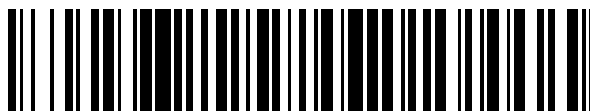


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 199**

51 Int. Cl.:

B25J 9/16 (2006.01)

G05B 23/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2017** **E 17153758 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019** **EP 3354419**

54 Título: **Método y equipo para capturar datos operativos de una aplicación de robot industrial**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.10.2019

73 Titular/es:

ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

SCHMIDT, BENEDIKT;
KLÖPPER, BENJAMIN y
OUERTANI, MOHAMED-ZIED

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 727 199 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y equipo para capturar datos operativos de una aplicación de robot industrial

La invención está relacionada con un método y un equipo para capturar datos operativos de una aplicación de robot industrial de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 10.

5 En el campo de los robots industriales, una aplicación de robot industrial comprende al menos un robot, una unidad de control del robot para controlar este al menos un robot, y una unidad central de procesamiento. La unidad de control del robot se configura usualmente de tal modo que pueda controlar más de un robot industrial y, además, también otros sistemas, como por ejemplo un carril lineal o herramientas anexas al robot. Así pues, en este contexto una aplicación de robot industrial es un sistema que comprende al menos un robot industrial, potencialmente
10 además otros sistemas tales como uno o más robots o un carril lineal o herramientas anexas al robot, y una unidad central de procesamiento. En este sentido, controlar el robot significa controlar el movimiento del robot y su brazo o brazos, así como las herramientas anexas al brazo o los brazos. Los datos operativos de al menos un robot son los datos necesarios para controlar el al menos un robot y, si se encuentran presentes, también los otros sistemas tales como uno o varios robots adicionales o un rastreador lineal o las herramientas anexas al robot. Además, puede
15 haber varios sensores o sistemas de sensores asociados al robot o a los robots, como por ejemplo sensores de seguridad tales como una cámara o un sensor de proximidad montados en el brazo del robot o la base del robot, o incluso en las herramientas del robot. Los datos de dichos sensores se incluirán en lo que aquí, en el contexto de esta invención, se denominan datos operativos de al menos un robot.

Es bien conocida la adquisición de datos operativos de un robot industrial o una aplicación de robot industrial en una
20 planta con el fin de monitorizar y controlar un proceso de producción en el que está involucrado el robot. El documento US 2006/206289 divulga un método y un sistema de esta clase en los que se utilizan datos monitorizados de los robots para determinar la ocurrencia de un evento que afecta a la operación del robot. Actualmente es algo habitual utilizar varios, incluso cientos de robots industriales, en una línea de producción y enviar los datos operativos de los robots industriales, o de toda la línea de producción, a través de un bus de campo industrial a una unidad central de procesamiento. La unidad central de procesamiento es con frecuencia un simple controlador de lógica programable (PLC) dispuesto en el mismo aparellaje que la unidad de control del robot.

En algunos modos de realización más avanzados se dispone un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) dentro del mismo aparellaje o incluso en otro lugar separados entre sí, por ejemplo, en un centro de datos o en la nube. Dependiendo del entorno del robot industrial existen ciertas limitaciones para transmitir los datos
30 operativos a la unidad central de procesamiento, por ejemplo, el ancho de banda del bus de campo industrial, el número de robots industriales asociados a una unidad central de procesamiento, el almacenamiento de datos disponible y la potencia de computación de la unidad central de procesamiento. En un modo de realización con varios cientos de robots industriales y unidades centrales de procesamiento comunes, como PLC o sistemas SCADA, es habitual enviar los datos operativos de un robot industrial con una temporalidad irregular o muy espaciada, con el fin de reducir la cantidad de ancho de banda necesaria para transmitir los datos y reducir la
35 potencia de computación necesaria para procesar los datos en la unidad central de procesamiento. Lamentablemente, con frecuencia los datos capturados de forma espaciada o a intervalos irregulares no se pueden utilizar para un análisis de datos automatizado.

Para superar esta desventaja, es posible capturar datos constantemente a altas tasas de muestreo, lo cual suele
40 resultar costoso en términos de transferencia de datos, ancho de banda y requisitos de almacenamiento, respectivamente, o incluso puede no ser posible debido a restricciones tales como un ancho de banda limitado de la red. Además, una transferencia de datos realizada aleatoriamente con altas tasas de datos resultará en un conjunto de muestras de datos en el que la inmensa mayoría de las muestras representan un funcionamiento normal y la probabilidad de capturar muestras de datos que representen un funcionamiento anómalo, por ejemplo durante o
45 antes de un fallo, es muy baja debido a que se producen raramente. Así pues, una transferencia de datos realizada de forma aleatoria no puede producir un conjunto de muestras de datos adecuadas para un aprendizaje automático en un corto período de tiempo. A partir de los documentos US 7 647 131 B1 y US 2014/215056 A1 se conocen algunos métodos y un sistema para la adquisición de datos con frecuencia de adquisición variable.

De acuerdo con ello, un problema de la presente invención es proporcionar un método para capturar un número
50 suficiente de muestras de datos evaluables de datos operativos de una aplicación de robot industrial durante un corto período de tiempo en un entorno que dispone de una cantidad restringida de recursos.

Este problema se resuelve mediante un método de adquisición de datos operativos de una aplicación de robot industrial que comprende las características que se reivindican en la reivindicación 1.

Otros objetivos de la presente invención se incluyen en las reivindicaciones dependientes.

55 De acuerdo con el método de la presente invención para capturar datos operativos de un sistema de robot industrial, el sistema de robot tiene al menos un robot, una unidad de control del robot para controlar dicho al menos un robot,

y una unidad central de procesamiento, teniendo dicha unidad de control del robot una primera interfaz de comunicación para recibir datos operativos de la unidad central de procesamiento y/o transmitir datos operativos a la unidad central de procesamiento. La unidad central de procesamiento tiene una segunda interfaz de comunicación para recibir datos operativos de la unidad de control del robot y/o transmitir datos operativos a la unidad de control del robot mediante un bus de campo industrial y la primera interfaz de comunicación. Asimismo, la unidad central de procesamiento comprende una unidad de minería de datos para analizar los datos operativos recibidos y/o transmitidos. El método comprende los siguientes pasos,

- capturar los datos operativos del al menos un robot con una frecuencia de adquisición y transmitir los datos operativos capturados a la unidad central de procesamiento cuando el al menos un robot está operando,

- analizar los datos operativos capturados y calcular, por medio del dispositivo de minería de datos, un valor indicador a partir de los datos operativos capturados,

- comparar el valor indicador con un valor umbral de probabilidad predeterminado,

- cambiar la frecuencia de adquisición a una frecuencia de adquisición más baja si el valor indicador está por debajo de dicho valor umbral de probabilidad predeterminado, y

- cambiar la frecuencia de adquisición baja estándar a una frecuencia de adquisición más alta predefinida, de acuerdo con el propósito del análisis, si el valor indicador está por encima del valor umbral de probabilidad predeterminado, en donde dicho valor umbral de probabilidad (18) se fija a partir de los datos operativos (2) capturados con dicha frecuencia de adquisición más alta (22), y en donde dicha unidad (14) de minería de datos comprende una primera unidad (14a) de minería de datos de baja frecuencia configurada para analizar los datos operativos (2) capturados con dicha frecuencia de adquisición más baja (20) y una segunda unidad (14b) de minería de datos de alta frecuencia configurada para analizar los datos operativos (2) capturados con dicha frecuencia de adquisición más alta (22), y que dicha primera unidad (14a) de minería de datos se activa al capturar datos con dicha frecuencia de adquisición más baja (20) y dicha segunda unidad (14b) de minería de datos de alta frecuencia se activa al capturar datos con dicha frecuencia de adquisición más alta (22).

El método de acuerdo con la invención tiene la ventaja de que evita los costes asociados a una tasa de muestreo permanentemente alta, un alto volumen de transferencia de datos y un alto volumen de almacenamiento. Asimismo, aumenta la eficiencia del sistema permitiendo que un operador humano monitorice los eventos irregulares con altas tasas de muestreo, de tal modo que se pueda tomar cualquier acción si es necesario, por ejemplo evitar tiempos de indisponibilidad no planificados. Además de esto, el método proporciona la opción de una toma de decisiones automatizada de modelos de datos de alto muestreo entrenados, en donde dichas acciones se pueden aplicar de forma automática sin necesidad de intervención humana.

Si después de cambiar a la alta frecuencia de adquisición no se produce ningún incidente durante un período de tiempo determinado, se fija la frecuencia de adquisición en la frecuencia baja de adquisición. Esta baja frecuencia de adquisición puede incluir, por ejemplo, datos que anticipan eventos dentro de los próximos diez días, a partir de una serie temporal con una tasa de muestreo de un día, durante los cuales se puede producir la vuelta automática a la baja frecuencia de muestreo después de uno o dos días.

De acuerdo con un modo de realización preferido de la invención, se utiliza un modelo de minería de datos entrenado con datos de bajo muestreo, con el fin de detectar la aparición de un evento irregular. Si el modelo de minería de datos de bajo muestreo indica que una situación es irregular, por ejemplo, diferente de una situación regular o que indica un error o un fallo, se inicia un proceso de adquisición de datos con una tasa de muestreo más alta. Dentro del alcance de la presente solicitud, los términos muestreo y adquisición se deben entender como sinónimos.

Tener dos modelos de minería de datos permite la utilización de una primera unidad de minería de datos central para los datos de baja frecuencia y una segunda unidad de minería de datos independiente para los datos de alta frecuencia, lo que proporciona la opción de configurar ventajosamente cada unidad de minería de datos por separado a la correspondiente baja o alta frecuencia de adquisición.

Además, en el alcance de esta solicitud, un modelo de baja frecuencia es un modelo de aprendizaje automático, como el clasificador que se describirá más abajo, entrenado con datos de baja frecuencia, por ejemplo, una serie temporal con una tasa de muestreo de un día o una hora. Por el contrario, un modelo de alta frecuencia es preferiblemente un modelo de aprendizaje automático, como un clasificador como el que se describe más abajo, entrenado con datos de alta frecuencia, por ejemplo, una serie temporal con una frecuencia de muestreo de un minuto, un segundo o incluso menos. Se debe entender que los términos alta frecuencia y baja frecuencia son relativos y dependen del evento irregular concreto que se pretende predecir.

Los datos operativos capturados pueden ser, por ejemplo, el voltaje de una unidad/motor, el consumo total de energía de un robot o la velocidad angular de una articulación, etc. De nuevo, esto dependerá del evento que se

desea predecir. Para un sobrecalentamiento del armario de un controlador, por ejemplo, los datos operativos capturados podría ser la temperatura del armario y la velocidad del ventilador. Para un fallo mecánico, podrían ser señales de vibración generadas por un sensor.

5 Sin embargo, la diferencia entre un modelo de minería de datos de alto muestreo y un modelo de minería de datos de bajo muestreo es que este último dispara ninguna acción crítica, por lo que no es necesario que este modelo sea muy preciso en la toma de decisiones.

10 Una vez que se inicia la adquisición a una frecuencia de adquisición más alta, los datos, que también se designan como datos de alto muestreo, se pueden almacenar para un análisis posterior, por ejemplo, para generar un modelo de minería de datos de alto muestreo más preciso. Además, puede existir la opción de que el modelo de minería de datos de alto muestreo pueda emprender algunas acciones, como por ejemplo el inicio de una acción de mantenimiento o la provisión de los datos de alto muestreo a un operador u otro experto humano con el fin de monitorizar el proceso y analizar las irregularidades.

15 Si el modelo de minería de datos de bajo muestreo indica un evento irregular, por ejemplo un fallo, una anomalía o una señal de error, el proceso de adquisición de datos pasa a una alta frecuencia de muestreo de datos. A este respecto, en esta aplicación los datos de bajo muestreo se definen como datos que se muestrean con una baja frecuencia de adquisición, por ejemplo menos de una muestra por minuto (1/60 Hz), preferiblemente menos de una muestra por hora (1/3600 Hz) o incluso menos de una muestra por día (1/86400 Hz). Por el contrario, los datos de alto muestreo se definen como datos que se muestrean con una alta frecuencia de adquisición, por ejemplo, más de una muestra por minuto (1/60 Hz), preferiblemente más de una muestra por segundo (1 Hz) o incluso más de 10 muestras por segundo (10 Hz).

De acuerdo con un objetivo adicional de la invención, los datos de alto muestreo se pueden almacenar y ser enviados para un análisis posterior, por ejemplo, con una tasa de transferencia baja si el ancho de banda del bus de campo industrial para controlar el robot es menor que el ancho de banda requerido para enviar los datos en un flujo de datos continuo con la tasa de muestreo propia de los datos de alto muestreo.

25 En otro modo de realización de la invención, el modelo entrenado con datos de alto muestreo se puede aplicar a los datos de alto muestreo y se puede emprender una acción en función del resultado de la aplicación de este modelo. Además, los datos de alto muestreo se pueden transmitir en continuo a una interfaz de usuario final, lo que permite un monitorización por parte de expertos humanos, por ejemplo un técnico de servicio remoto.

30 De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, la unidad de minería de datos puede aplicar además algoritmos de clasificación. En el caso de una o varias series temporales de señales, por ejemplo señales leídas como entrada a un sensor, la unidad de minería de datos podría iniciar las siguientes acciones:

- Cambiar opcionalmente los datos de entrada de un sensor a muestras equidistantes y/o
- Calcular algunas características a partir de una serie temporal de entrada (por ejemplo, valores promedio, mínimo, máximo, varianza).
- 35 - Crear un vector de características (por ejemplo, las señales leídas por un sensor a intervalos de tiempo predeterminados, por ejemplo cada minuto a partir del muestreo equidistante) o las características calculadas.
- Utilizar este vector de características como entrada para un clasificador binario entrenado con datos históricos que recibirá una de dos clases (clase 1: ocurrirá un evento irregular dentro de un intervalo de tiempo predeterminado en el futuro próximo (por ejemplo, dentro de un día) o clase 2: no ocurrirá ningún evento irregular dentro del intervalo de tiempo).
- 40 - Devolver como resultado la probabilidad por parte de un clasificador probabilístico (como el bayesiano ingenuo) o aproximar la probabilidad en función de la precisión de la clasificación (por ejemplo, una precisión del 70%) de un clasificador determinista (por ejemplo, máquinas vectoriales de soporte, redes neuronales artificiales, árboles de decisión) que se aplica a un conjunto de datos de prueba.

45 Algunos métodos apropiados para detectar eventos irregulares (datos anómalos) y llevar a cabo las acciones mencionadas anteriormente se describen, por ejemplo, en el documento US 8306931 A1.

50 De acuerdo con otro modo de realización de la invención, la implementación de un cierto tipo de modelo que se desea utilizar depende de los datos de entrada del modelo de alta frecuencia y el resultado del modelo en lugar de un tiempo de retardo fijo. A modo de ejemplo, supóngase que el modelo de alta frecuencia se ha entrenado con ventanas de tiempo de una hora y el modelo vuelve a la frecuencia baja de muestreo si no ocurre ningún evento irregular. Si el modelo de alta frecuencia reconoce un evento irregular, la adquisición de datos basada en el modelo de alta frecuencia continúa.

Además, también es posible construir una cascada de modelos. Ésta puede incluir, por ejemplo, un primer modelo que toma una muestra de datos cada 10 minutos y se desactiva si no se detecta un evento irregular, y un segundo modelo que toma una muestra de datos transcurridos 20 minutos y se desactiva si no se detecta un evento irregular o continúa, y así sucesivamente, formando de ese modo una cascada de modelos que decide si la adquisición de datos de alta frecuencia está desactivada o no. Una vez que un modelo ha alcanzado una precisión de clasificación suficiente, la cascada y la adquisición de datos se detienen.

En un modo de realización de la invención preferido se asocia una unidad de almacenamiento de datos a la unidad central de procesamiento, y los datos operativos capturados que se transmiten a la unidad central de procesamiento se almacenan en la unidad de almacenamiento de datos antes de analizar los datos operativos por medio de la unidad de minería de datos. La unidad de almacenamiento de datos podría ser un dispositivo de almacenamiento masivo de datos local, como por ejemplo una memoria de acceso aleatorio (RAM), una unidad de disco duro, un disco de estado sólido, una memoria USB o incluso un almacenamiento remoto de datos en red situado en algún lugar en un centro de datos o una nube. El almacenamiento de datos remoto que intercambia datos con la unidad central de procesamiento puede proporcionar capacidad de almacenamiento a través de un sistema de red, por ejemplo a través de Internet, o un sistema de bus interno. Preferiblemente, la comunicación se lleva a cabo a través del mismo bus de campo industrial que también se utiliza para controlar el/los robot(s), pero también podría incorporar otro bus de campo industrial, como por ejemplo Ethernet industrial, para operar los sensores y los dispositivos no robotizados.

Esto aporta la ventaja de que los datos se pueden almacenar para su posterior análisis por parte de un experto humano o para generar un modelo de minería de datos más preciso. Es posible, incluso, comparar los datos capturados y almacenados de una pluralidad de robots industriales, por ejemplo de hasta varios cientos de robots industriales, con el fin de correlacionar los fallos comunes o estados de operación específicos en una planta que dan lugar a dichos fallos a una mayor demanda de mantenimiento, etc.

De acuerdo con otro objetivo de la presente invención, el valor umbral de probabilidad se puede ajustar a un nuevo valor umbral de probabilidad después de la ocurrencia de un evento irregular, como por ejemplo un mal funcionamiento o un estado operativo crítico del robot industrial, dependiendo de los datos incluidos en los datos capturados almacenados en la unidad de almacenamiento de datos. Esto tiene la ventaja de que el valor umbral de probabilidad se puede regular de forma autónoma (autoaprendizaje) por medio de los datos almacenados en la unidad de almacenamiento de datos asociada que fueron capturados previamente por la unidad de control del robot con baja y/o alta frecuencia de adquisición de datos.

De acuerdo con otro modo de realización de la invención, la unidad de minería de datos analiza los datos operativos capturados que, en primer lugar, podrían ser transmitidos a la unidad central de procesamiento mediante una función de análisis configurable. Esto también puede incluir un análisis de los datos operativos capturados al transmitirse los datos capturados a la unidad central de procesamiento. Este modo de realización tiene la ventaja de que la función de análisis subyacente de la unidad de minería de datos se puede configurar para ajustarse de forma automática (autoaprendizaje). Esto se puede conseguir en un modo de realización simple mediante una función de análisis que es una función racional que incluye polinomios ponderados y medios de autoaprendizaje. En este modo de realización, los medios de autoaprendizaje pueden, por ejemplo, ajustar los coeficientes de cada uno de los polinomios para que coincidan mejor con la detección de un evento, por ejemplo un mal funcionamiento.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el valor umbral y/o la función de análisis se pueden configurar manualmente introduciendo el valor de un nuevo umbral y/o el valor de un nuevo parámetro a través de una interfaz hombre-máquina (HMI). Esto le da a un experto u operador humano del robot la opción de configurar inicialmente la función de análisis y/o el valor del umbral. Además, le da al experto y/o al operador humano del robot la opción adicional de configurar el valor umbral y/o la función de análisis mientras el robot industrial está operando en modo de aprendizaje del robot.

En otro modo de realización de la invención, la unidad de control del robot puede comprender un segundo dispositivo de almacenamiento adaptado para almacenar temporalmente los datos operativos capturados si el ancho de banda para transmitir los datos operativos capturados desde la primera interfaz de comunicación a la segunda interfaz de comunicación es inferior al ancho de banda que se requiere para transmitir los datos operativos con la frecuencia de adquisición.

Esto tiene la ventaja de que la invención se puede adaptar a un ancho de banda de transmisión limitado almacenando temporalmente los datos operativos capturados en el segundo dispositivo de almacenamiento mientras, preferiblemente al mismo tiempo, se transmiten los datos almacenados en el segundo dispositivo de almacenamiento a la unidad central de procesamiento a tasas de datos más bajas, en comparación con una transmisión en flujo directo.

Además, en lugar de que todos los robots transmitan permanentemente datos de alto muestreo, solo uno o unos pocos robots de una pluralidad de robots pueden enviar datos, con el fin de reducir el ancho de banda requerido en comparación con una situación en la que los datos de alto muestreo se transfieren de forma continua.

De acuerdo con otro modo de realización adicional de la invención, los datos operativos pueden comprender datos para operar el robot industrial. También pueden comprender datos procedentes de la unidad central de procesamiento y/o datos de un segundo robot industrial. Además, es posible que los datos operativos comprendan datos procedentes de sensores ambientales tales como un sensor de temperatura, un detector de radiación solar o un sensor de humedad y/o un sensor de presión de aire. Preferiblemente, en este modo de realización los datos operativos no solo incluyen los datos necesarios para operar el robot industrial, sino que también comprenden información ambiental que un operador puede introducir por medio de una HMI. También se podría utilizar como datos operativos otra información disponible, por ejemplo información sobre o transmitida a través del bus de campo industrial para controlar el/los robot(s). Estos datos operativos también se podrían ver en ausencia de otros datos, lo cual puede ocurrir, por ejemplo, si un sensor de temperatura no está respondiendo u otro robot industrial no está enviando ninguna información.

Además, dentro del alcance de la presente solicitud, el paso de configurar la frecuencia de adquisición a una frecuencia de adquisición más baja si dicho valor indicador se encuentra por debajo de un valor umbral de probabilidad predeterminado y el paso de configurar la frecuencia de adquisición a una frecuencia de adquisición más alta si dicho valor indicador se encuentra por encima del valor umbral de probabilidad predeterminado, también deberán incluir modos de realización de una configuración inversa en la que el valor indicador se sustrae del valor de probabilidad máximo y de ese modo la conmutación a la frecuencia de adquisición alta se realiza cuando el valor de la probabilidad invertido se encuentra por debajo del valor umbral de probabilidad predeterminado.

De aquí en adelante la invención se describe haciendo referencia al dibujo adjunto. En el único dibujo

la Fig. 1 ilustra una vista general esquemática de una aplicación de robot industrial que dispone de un robot y una unidad de control del robot para controlar dicho robot, y una unidad central de procesamiento.

Tal como se ilustra de forma esquemática en la Fig. 1, una aplicación de robot industrial 1 comprende un robot industrial 4, una unidad 6 de control del robot para procesar los datos operativos asociados 2 generados por el robot 4, y una unidad central de procesamiento 10. La unidad 6 de control del robot intercambia datos con la unidad central de procesamiento 10 a través de una primera interfaz de comunicación 8 y una segunda interfaz de comunicación 12. Los datos operativos 2 son capturados por la unidad 6 de control del robot con una frecuencia de adquisición 15. Los datos operativos 2 pueden contener datos esenciales para operar el robot industrial 4, así como información ambiental, como por ejemplo datos de temperatura 30 o incluso datos no relacionados con el robot enviados desde la unidad central de procesamiento 10 o cualesquiera sensores (no se muestran).

Tal como indica la flecha de puntos 11 en la Fig. 1, la frecuencia de adquisición 15 se podría cambiar de una frecuencia de adquisición más baja 20 a una frecuencia de adquisición más alta 22. Los datos operativos capturados 2 son transmitidos a la unidad central de procesamiento 10 por la primera y la segunda interfaces 8, 12 de comunicación. Si es necesario, los datos operativos capturados 2 se pueden almacenar en una memoria caché (memoria intermedia de acceso rápido) o almacenarse temporalmente en el segundo dispositivo de almacenamiento 28, que es, por ejemplo, una unidad USB, una memoria de acceso aleatorio, una memoria flash o un dispositivo de almacenamiento de un tipo similar.

La unidad central de procesamiento 10 recibe los datos operativos capturados 2 de la segunda interfaz de comunicación 12 y le transmite los datos operativos capturados 2 a la unidad 24 de almacenamiento de datos para almacenarlos y a una unidad 14 de minería de datos para analizar los datos operativos capturados 2. La unidad 14 de minería de datos comprende una unidad 14a, 14b de minería de datos independiente para cada una de las frecuencias de adquisición 20, 22. La unidad 14a de minería de datos de baja frecuencia analiza los datos operativos capturados 2 si los datos se han capturado con la frecuencia de adquisición más baja 20; y la unidad de minería de datos de alta frecuencia 14b analiza los datos operativos capturados 2 si los datos operativos capturados 2 se han capturado con la frecuencia de adquisición más alta 22.

Tal como se indica además de forma esquemática en la Fig. 1, la unidad 14a, 14b de minería de datos que se encuentra activa calcula un valor indicador 16 a partir de los datos operativos capturados 2, y compara el valor de este indicador 16 con un valor umbral de probabilidad predeterminado 18. Si los datos operativos capturados 2 se han capturado con la frecuencia de adquisición más baja 20 y el valor indicador 16 está por encima del valor umbral de probabilidad predeterminado 18, tal como lo indica el flash 26 debido a la ocurrencia de un evento irregular, por ejemplo el mal funcionamiento de un sensor o un estado operativo crítico del robot 4, la frecuencia de adquisición 15 cambia a la frecuencia de adquisición más alta 22. En este caso, los datos operativos capturados 2 se capturan a la frecuencia de adquisición más alta 22 y son analizados por la unidad de minería de datos de alta frecuencia 14b.

Preferiblemente, la unidad de minería de datos de alta frecuencia 14b también es capaz de transmitirle los datos operativos capturados 2 a un experto u operador humano para su posterior análisis (no se muestra). Con el fin de reducir o aumentar la cantidad de datos operativos 2 que se capturan a la frecuencia de adquisición más alta 22 dependiendo de si en los datos capturados 2 se ha detectado o no un evento irregular dentro de un intervalo de tiempo predeterminado, la unidad de minería de datos de alta frecuencia 14b puede cambiar el valor umbral de

probabilidad 18 a un nuevo valor umbral de probabilidad 18a. El valor umbral de probabilidad 18 y el nuevo valor umbral de probabilidad 18a son preferiblemente idénticos para ambas unidades de minería de datos 14a, 14b.

Del mismo modo, si dentro de un período de tiempo predeterminado no se ha producido ningún evento irregular, la unidad de minería de datos de alta frecuencia 14b puede volver 27 a la frecuencia de adquisición más baja 20 con el fin de reducir la cantidad de datos operativos capturados y transmitidos.

5

Lista de signos de referencia

- 1 aplicación de robótica industrial
- 2 Datos operativos
- 4 Robot industrial
- 10 6 Unidad de control del robot
- 8 Primera interfaz de comunicación
- 10 10 Unidad central de procesamiento
- 11 Flecha de puntos que indica el cambio entre las frecuencias de adquisición.
- 12 Segunda interfaz de comunicación
- 15 14 Unidad de minería de datos
- 14a Unidad de minería de datos de baja frecuencia
- 14b Unidad de minería de datos de alta frecuencia
- 15 Frecuencia de adquisición
- 16 Valor indicador
- 20 18 Valor umbral de probabilidad
- 20 Frecuencia de adquisición más baja
- 22 Frecuencia de adquisición más alta
- 24 Unidad de almacenamiento de datos
- 26 Símbolo que indica la ocurrencia de un evento irregular
- 25 27 Regreso a la frecuencia más baja
- 28 Segundo dispositivo de almacenamiento
- 30 Sensor de entorno

REIVINDICACIONES

1. Método de adquisición de datos operativos (2) de un sistema de robot industrial, teniendo dicho sistema de robot al menos un robot (4), una unidad (6) de control de robot para controlar dicho al menos un robot (4) y una unidad central de procesamiento (10), teniendo dicha unidad (6) de control de robot una primera interfaz de comunicación (8) para recibir y/o transmitir dichos datos operativos (2) desde/hacia la unidad central de procesamiento (10), teniendo dicha unidad central de procesamiento (10) una segunda la interfaz de comunicación (12) para recibir y/o transmitir dichos datos operativos (2), y una unidad (14) de minería de datos para analizar dichos datos operativos recibidos (2), comprendiendo dicho método los siguientes pasos del método:
 - 5 - capturar los datos operativos (2) de al menos dicho robot (4) con una frecuencia de adquisición (15) y transmitirle dichos datos operativos capturados (2) a dicha unidad central de procesamiento (10) cuando al menos dicho robot (4) está operando,
 - 10 - analizar dichos datos operativos capturados (2) y calcular por medio de dicha unidad (14) de minería de datos un valor indicador (16) a partir de dichos datos operativos capturados (2),
 - 15 - comparar dicho valor indicador (16) con un valor umbral de probabilidad predeterminado (18),
 - cambiar dicha frecuencia de adquisición (15) a una frecuencia de adquisición más baja (20) si dicho valor indicador (16) está por debajo de dicho valor umbral de probabilidad predeterminado (18),
 - cambiar dicha frecuencia de adquisición (15) a una frecuencia de adquisición más alta (22) si dicho valor indicador (16) está por encima de dicho valor umbral de probabilidad predeterminado (18), en donde
 - 20 dicho valor umbral de probabilidad (18) se ajusta en función de los datos operativos (2) que se han capturado con dicha frecuencia de adquisición más alta (22), y en donde dicha unidad (14) de minería de datos comprende una primera unidad (14a) de minería de datos de baja frecuencia configurada para analizar los datos operativos (2) que se han capturado con dicha frecuencia de adquisición más baja (20) y una segunda unidad (14b) de minería de datos de alta frecuencia configurada para analizar los datos operativos (2) que se han capturado con dicha frecuencia de adquisición más alta (22), y que dicha primera unidad (14a) de minería de datos se activa cuando los datos se capturan con dicha frecuencia de adquisición más baja (20), y dicha segunda unidad (14b) de minería de datos de alta frecuencia se activa cuando los datos se capturan con dicha frecuencia de adquisición más alta (22).
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que una unidad (24) de almacenamiento de datos está asociada a dicha unidad central de procesamiento (10), y que dichos datos operativos capturados (2) transmitidos a dicha unidad central de procesamiento (10) se almacenan en dicha unidad (24) de almacenamiento de datos antes de analizar dichos datos operativos (2) por medio de dicha unidad (14) de minería de datos.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que, después de la ocurrencia de un mal funcionamiento o un estado operativo crítico (26) de al menos dicho robot industrial (4), dicho valor umbral de probabilidad (18) se cambia a un nuevo valor umbral de probabilidad (18a) en función de los datos incluidos en los datos capturados (2) almacenados en dicha unidad (24) de almacenamiento de datos.
4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que dicha unidad (14) de minería de datos analiza dichos datos operativos capturados transmitidos a dicha unidad central de procesamiento (10) mediante una función de análisis configurable.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que dicha función de análisis configurable se configura manualmente introduciendo una nueva función de análisis.
6. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que dicho valor umbral de probabilidad (18) se cambia manualmente introduciendo un nuevo valor umbral de probabilidad (18a).
7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicha unidad (6) de control de robot comprende un segundo dispositivo de almacenamiento (28) configurado para almacenar temporalmente dichos datos operativos capturados (2) si el ancho de banda para transmitir dichos datos operativos capturados (2) desde dicha primera interfaz de comunicación (8) a dicha segunda interfaz de comunicación (12) es menor que el ancho de banda requerido para transmitir dichos datos operativos capturados (2) con dicha frecuencia de adquisición (15).
8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que dichos datos operativos capturados (2) comprenden datos para operar al menos dicho robot industrial (4) y/o datos de dicha unidad central de procesamiento (10) y/o datos de un segundo robot industrial y/o de sensores ambientales, como la temperatura (30), la radiación solar, la humedad y/o la presión del aire.

9. Equipo para poner en práctica el método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende al menos un robot industrial (4), una unidad (6) de control de robot para controlar dicho al menos un robot (4) y una unidad central de procesamiento (10), teniendo dicha unidad (6) de control de robot una primera interfaz de comunicación (8) para recibir y/o transmitir datos operativos (2) para operar dicho al menos un robot (4)
- 5 desde/hacia la unidad central de procesamiento (10), teniendo dicha unidad central de procesamiento (10) una segunda interfaz de comunicación (12) para recibir y/o transmitir dichos datos operativos (2) y una unidad (14) de minería de datos para analizar dichos datos operativos recibidos (2), en donde dicha unidad central de procesamiento (10) y dicha unidad (14) de minería de datos están configuradas para
- 10 - capturar los datos operativos (2) de dicho al menos un robot (4) con una frecuencia de adquisición (15) y transmitirle dichos datos operativos capturados (2) a dicha unidad central de procesamiento (10) cuando dicho al menos un robot (4) está operando.
- analizar dichos datos operativos capturados (2) y calcular por medio de dicha unidad (14) de minería de datos un valor indicador (16) a partir de dichos datos operativos capturados (2),
- comparar dicho valor indicador (16) con un valor umbral de probabilidad predeterminado (18),
- 15 - cambiar dicha frecuencia de adquisición (15) a una frecuencia de adquisición más baja (20) si dicho valor indicador (16) está por debajo de dicho valor umbral de probabilidad predeterminado (18), y
- cambiar dicha frecuencia de adquisición (15) a una frecuencia de adquisición más alta (22) si dicho valor indicador (16) está por encima de dicho valor umbral de probabilidad predeterminado (18), en donde
- 20 dicho valor umbral de probabilidad (18) se cambia en función de los datos operativos (2) que se han capturado con dicha frecuencia de adquisición más alta (22) y en donde dicha unidad (14) de minería de datos comprende una primera unidad (14a) de minería de datos de baja frecuencia configurada para analizar los datos operativos (2) que se han capturado con dicha frecuencia de adquisición más baja (20) y una segunda unidad (14b) de minería de datos de alta frecuencia configurada para analizar los datos operativos (2) que se han capturado con dicha frecuencia de adquisición más alta (22), y que dicha primera unidad (14a) de minería de datos se activa cuando los
- 25 datos se capturan con dicha frecuencia de adquisición más baja (20), y dicha segunda unidad (14b) de minería de datos de alta frecuencia se activa cuando los datos se capturan con dicha frecuencia de adquisición más alta (22).

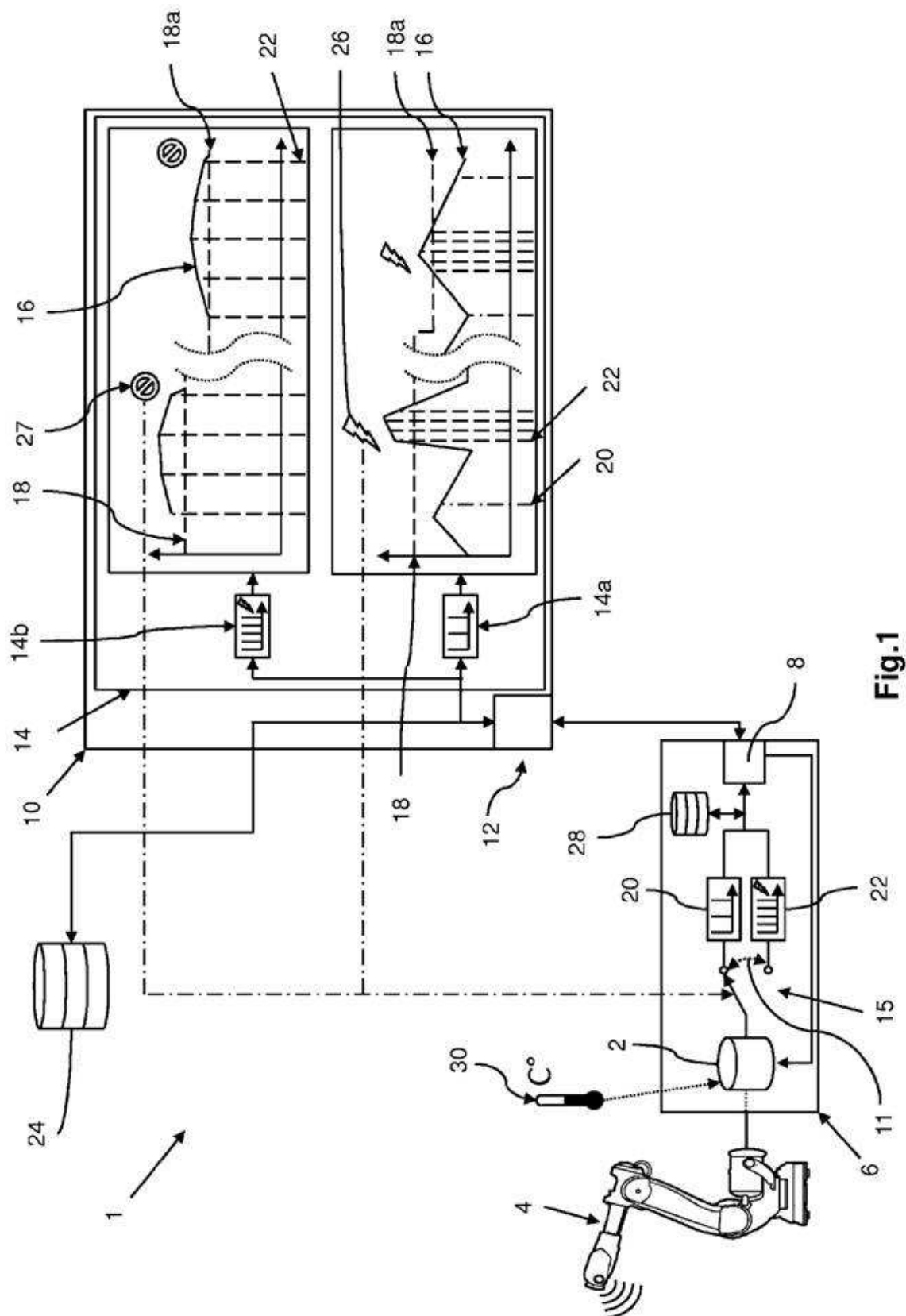


Fig.1