

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2019年7月4日 (04.07.2019)



(10) 国际公布号  
WO 2019/127502 A1

- (51) 国际专利分类号：  
夕娜 23/02 (2006.01)
- (21) 国际申请号：  
P(17) 17/120228
- (22) 国际申请日：  
2017年12月29日 (29.12.2017)
- (25) 申请语言：  
中文
- (26) 公布语言：  
中文
- (71) 申请人：西门子公司 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) [DE/DE]; 德国慕尼黑维尔纳-冯-西门子-街1号, Munich 80333 (DE)。
- (72) 发明人；及
- (71) 申请人 (仅对AL)：朱加兴(ZHU, Jiaxing) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区望京中环南路7号, Beijing 100102 (CN)。 博芬西彭·丹尼尔 (BOVENSIEPEN, Daniel) [DE/CN]; 中国北京市朝阳区望京中环南路7号, Beijing 100102 (CN)。 吴腾飞 (WU, Tengfei) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区望京中环南路7号, Beijing 100102 (CN)。 库明希·克里斯托夫 (KUHMUENCH, Christoph) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区望京中环南路7号, Beijing 100102 (CN) ○ 周文晶 (ZHOU, Wenjing) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区望京中环南路7号, Beijing 100102 (CN)。
- (74) 代理人：北京康信知识产权代理有限公司 (KANGXIN PARTNERS, ?0.)：中国北京市海淀区知春路甲48号盈都大厦人座16层, 〇6识 14 100098 (〇\〇)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护)：处, 八0, AL, 扁, 八0, A^, 八11, AZ, 丑八, 88, 80, 丑氏 丑凡 丑民 : 8^%, 丑Y, 3Σ 〇 八, CH1, (X, CN, 00, CH1, CU, €Σ, 〇 3/4 〇 1, DK, DM, 〇 〇, 〇Σ, EC, EE, £^0, £8, ?1, 〇 8, 〇〇, 〇 丑, GH, GM, 〇1, 11)^ 11民 1111, 10, 扎, 1凡 IR, 取 JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护)：八10?0 印 ^%, 〇 3/4 〇^1, KE, LR, LS, MW, 厘 Σ, NA, 尺^%, 50, 51, ST, SZ, TZ, UG, 冗厘, ZW), 欧亚 (八厘, AZ, 丑Y, KG, KΣ, 尺11, 17, 顶), 欧洲 (从 .A^, 丑丑, 80, CH, 亡Y, 亡3/4 DE, DK, 丑丑, 丑5, ?1, FR, 08, 〇 民 11民 1111, 1E, 18, 11, 1^, 1.11, 1^, 1^, 1^, MK, 厘 1^ 见, 1^0, PL, 卩T, 110, 1^, 丑丑, 51, 丑氏 5^1, 13/4, 〇 八 卩1 (8?, 81, CF, 〇〇, 〇1, 亡厘, 〇 八, GN, 〇(3, GW, 辑 眺, 嫩, 湘, 51^, 70, 丁〇)。

(54) Title: MONITORING AND PREDICTION APPARATUS, SYSTEM AND METHOD FOR INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS APPARATUS

(54) 发明名称：工业物联网装置的监控预测装置、系统及方法

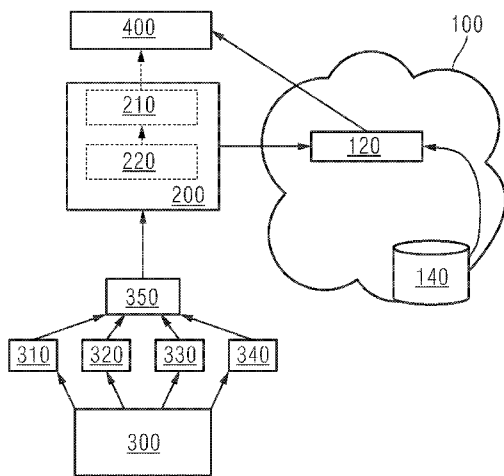


图 1

(57) Abstract: A monitoring and prediction apparatus, system and method for an industrial Internet of Things apparatus. The method comprises the following steps: a variable relation establishment module (220) receiving sampling values of a plurality of characteristic variables describing an industrial Internet of Things apparatus, and establishing a plurality of variable relations for one or a plurality of characteristic variables; an analysis and control module (210) respectively analyzing the plurality of variable relations, and choosing one first variable relation for each of the variable relations; based on the first variable relation and the sampling values of the characteristic variables, calculating a multi-dimensional result corresponding to the industrial Internet of Things apparatus; and the analysis and control module (210) sending the multi-dimensional result to a processing level (400) in an industrial Internet of Things based on a requirement of the processing level (400) in the industrial Internet of Things. A monitoring and prediction mechanism for the industrial Internet of Things apparatus is an architectural model and encompasses cloud computing and edge computing, improves the accuracy of computing, has a flexible deployment, and especially is very reliable when an apparatus in an industrial Internet of Things is in poor conditions.

WO 2019/127502 A1

本国际公布：

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

---

(57) 摘要：一种工业物联网装置的监控预测装置、系统及方法，其中，包括如下步骤：变量关系建立模块(220)接收复数个描述工业物联网装置的特征变量的采样值，为一个或复数个特征变量建立复数个变量关系；分析控制模块(210)分别分析复数个变量关系，并为每个变量关系选择一个第一变量关系；基于所述第一变量关系和特征变量的采样值，计算出工业物联网装置所对应的多维结果；分析控制模块(210)基于工业物联网中的处理层级(400)的需求，将所述多维结果发送给工业物联网中的处理层级(400)。上述工业物联网装置的监控预测机制是一个体系结构模型其涵盖了云计算和边缘计算，提高了计算准确度，具有灵活的部署，尤其是在工业物联网中装置遇到不量状况时非常可靠。

## 工业物联网装置的监控预测装置、系统及方法

### 技术领域

本发明涉及工业物联网领域，尤其涉及工业物联网装置的监控预测装置、系统及方法。

### 背景技术

随着工业 4.0 的到来，由于可利用信息的激增，工业物联网 (IIoT Industrial Internet of Things) 需要优化资源的利用。优化资源利用的其中一个方式在现有流程的顶层应用数据科学，也就是确定隐含模式 (identify hidden pattern)，这样可以限制最优的资源利用。而优化资源利用的另外方式是在每个单元应用数据池 (data-lake) 概念，对大数据存储提供数据。在这样的存储的顶层应用了数据分析逻辑。在这样的方式下，从别的互联网公司借用的监控预测机制并不适用于工业环境特别是工业物联网环境，这是由于：

基于具有低潜在因素需求 (low latency requirements) 的工业应用，应用数据分析于工业云中在很多情况下是不可行的。

制造或者传输公司的过程数据 (process data) 是作为商业秘密保护起来的，线下拷贝这些数据到云端是不被接受的。

虽然在线和线下处理这些资源可能是可行的 (租或买)，但是并不能在这些资源的全容量 (full capacity) 情况下运行它们。

### 发明内容

本发明第一方面提供了工业物联网装置的监控预测方法，其中，包括如下步骤：接收复数个描述工业物联网装置的特征变量的采样值，为一个或复数个特征变量建立复数个变量关系；分别分析复数个变量关系，并为每个变量关系选择一个第一变量关系；基于所述第一变量关系和特征变量的采样值，计算出工业物联网装置所对应的多维结果；基于工业物联网中的处理层级的需求，将所述多维结果发送给工业物联网中的处理层级。

进一步地，所述工业物联网装置的监控预测方法还包括如下步骤：利用

残差平方和方法选择所述第一变量关系。

进一步地，工业物联网装置的监控预测方法还包括如下步骤：所述变量关系的更新步骤。

进一步地，所述工业物联网装置为智能电机，其中，所述特征变量包括：

- 腔内温度；
- 壳外温度；
- 转速；
- 滚动轴承振动加速度；
- 工作电流。

进一步地，所述工业物联网装置的监控预测方法还包括如下步骤：接收智能电机描述的特征变量腔内温度、壳外温度、转速、滚动轴承振动加速度和工作电流的采样值，分别建立智能电机的  $n$  维变量关系。

进一步地，所述智能电机的一维变量关系包括基于滚动轴承振动加速度以及滚动轴承振动加速度阈值的变量关系。

进一步地，所述基于滚动轴承振动加速度以及滚动轴承振动加速度阈值的变量关系的所述第一关系包括：

$$A(V_{4_i}) = (V_{4_i} < th(V_{4_i})),$$

其中， $V_{4_i}$  为滚动轴承振动加速度， $th(V_{4_i})$  为滚动轴承振动加速度阈值， $i$  为自然数。

进一步地，所述智能电机的二维变量关系包括基于腔内温度和工作电流的变量关系。

进一步地，所述智能电机的三维变量关系包括基于腔内温度，工作电流，滚动轴承振动加速度的变量关系。

进一步地，所述智能电机的  $n$  维变量关系的所述第一关系包括：

$$f(V_{x_1}, V_{x_2}, \dots, V_{x_n}) = 0,$$

其中，首先将智能电机的特征变量采样值  $V_{x_1sample}$ ， $V_{x_2sample}$ ，…… $V_{x_nsample}$  分别带入  $f(V_{x_1}, V_{x_2}, \dots, V_{x_n}) = 0$  并分别得到  $V_{x_1theory}$ ， $V_{x_2theory}$ ，…… $V_{x_ntheory}$ ，如果满足以下

任一项： $\left| \frac{V_{x_1sample}}{V_{x_1theory}} - 1 \right| > l_1$ ， $\left| \frac{V_{x_2sample}}{V_{x_2theory}} - 1 \right| > l_2$ ，…… $\left| \frac{V_{x_nsample}}{V_{x_ntheory}} - 1 \right| > l_n$ ，则多维结果为提示智

能电机 300 会发生故障，其中， $l_1, l_2, \dots, l_n$  为经验值，所述多维为大于一维。

本发明第二方面提供了工业物联网装置的监控预测装置，其中，包括：变量关系建立模块，其接收复数个描述工业物联网装置的特征变量的采样值，并为一个或复数个特征变量建立复数个变量关系；分析控制模块，其接收来自所述变量关系建立模块的复数个变量关系，为每个变量关系选择一个第一变量关系，然后基于所述第一变量关系和特征变量的采样值，计算出所述工业物联网装置对应的多维结果，并基于工业物联网中的处理层级的需求，将所述多维结果发送给工业物联网中的处理层级。

进一步地，所述分析控制模块利用残差平方和方法选择所述第一变量关系。

进一步地，工业物联网装置的监控预测装置还包括至少一个设置在所述工业物联网装置的网卡中和/或所述工业物联网工业云中的所述变量关系存储模块。

进一步地，所述工业物联网装置为智能电机，其中，所述特征变量包括：

- 腔内温度；
- 壳外温度；
- 转速；
- 滚动轴承振动加速度；
- 工作电流。

进一步地，变量关系建立模块接收智能电机描述的特征变量腔内温度、壳外温度、转速、滚动轴承振动加速度和工作电流的采样值，分别建立智能电机的一维变量关系。

进一步地，所述智能电机的一维变量关系包括基于滚动轴承振动加速度以及滚动轴承振动加速度阈值的变量关系。

进一步地，所述基于滚动轴承振动加速度以及滚动轴承振动加速度阈值的变量关系的所述第一关系包括：

$$I (¥4 ;) = (¥4 ; <决¥4 ;)) ,$$

其中， $V^4_i$  为滚动轴承振动加速度， $晰父_t)$  为滚动轴承振动加速度阈值， $l$  为自然数。

进一步地，所述智能电机的二维变量关系包括基于腔内温度和工作电流的变量关系。

进一步地，所述智能电机的三维变量关系包括基于腔内温度，工作电流，

滚动轴承振动加速度的变量关系。

进一步地，所述智能电机的  $n$  维变量关系的所述第一关系包括：

$$f(V_1, \dots, V_n) = 0,$$

其中，首先将智能电机的特征变量采样值  $V_{x1sample}$ ， $V_{x2sample}$  ……  $V_{xnsample}$  分别带入  $f(V_{x1}, V_{x2}, \dots, V_{xn}) = 0$  并分别得到  $V_{xntheory}$ ， $V_{xn-1theory}$  ……  $V_{x1theory}$ ，如果满足以下

任一项： $\left| \frac{V_{xnsample}}{V_{xntheory}} - 1 \right| > l_1$ ， $\left| \frac{V_{xn-1sample}}{V_{xn-1theory}} - 1 \right| > l_2$  ……  $\left| \frac{V_{x1sample}}{V_{x1theory}} - 1 \right| > l_n$ ，则多维结果为提示智

能电机 300 会发生故障，其中， $l_1, l_2, \dots, l_n$  为经验值，所述多维为大于  $n$  维。

本发明第三方面提供了工业物联网装置的监控预测系统，其中，包括：智能电机，其耦合于所述工业物联网中；复数个采集装置，其连接于所述智能电机中，其中，所述工业物联网装置的监控预测系统还包括所述权利要求 11 至 20 任一项所述的工业物联网装置的监控预测装置。

进一步地，所述复数个采集装置包括采集板，所述采集板上连接有变频器、第一温度传感器、第二温度传感器和振动传感器，所述采集板通过工业以太网耦合于所述智能电机的网卡，其中，所述变频器读取所述智能电机的工作电流和/或转速；所述第一温度传感器连接至所述智能电机的轴承定子外侧，采集所述智能电机的腔内温度；所述第二温度传感器连接至所述智能电机的外壳，采集所述智能电机的壳外温度；所述振动传感器，连接至所述智能电机的滚动轴承，采集所述智能电机的滚动轴承振动加速度。

本发明提供的工业物联网装置的监控预测机制是一个体系结构模型 (architectural model)，其涵盖了云计算 (cloud computing) 和边缘计算 (edge computing)，提高了计算准确度，并降低了成本。本发明具有灵活的部署，尤其是在工业物联网中装置遇到不良状况时非常可靠。

## 附图说明

图 1 是根据本发明一个具体实施例的工业物联网装置的监控预测装置的框架示意图；

图 2 是根据本发明一个具体实施例的二维变量关系的曲线图；

图 3 是根据本发明一个具体实施例的三维变量关系的曲线图；

图 4 是根据本发明一个具体实施例的选择第一关系的曲线示意图。

## 具体实施方式

以下结合附图，对本发明的具体实施方式进行说明。

如图 1 所示，工业物联网中具有一个工业云 100 以及耦合到工业云的多  
个网关和设备，在本实施例中，仅示出一个网关 200，以及该网关 200 所对应  
的智能电机 300，在智能电机 300 上还分别连接有第一温度传感器 310、第二  
温度传感器 320、振动传感器 330 以及变频器 340，上述第一温度传感器 310、  
第二温度传感器 320、振动传感器 330 和变频器 340 都连接至一个采集板 350。  
其中，所述采集板 350 通过工业以太网 (p10^1160 连接到智能电机 300 的网  
卡 200。本发明提供的监控预测装置包括变量关系建立模块 220 和分析控制模  
块 210，上述模块可以设置在网卡 200 中。可选地，整个监控预测装置 120 又  
可以设置在工业云中。

下面结合附图和优选实施例对本发明提供的工业物联网装置的监控预测  
方法及装置进行详细说明。

工业物联网装置的监控预测方法，包括如下步骤：

首先执行步骤 31，变量关系建立模块 220 接收复数个描述智能电机 300  
的特征变量的采样值，为一个或复数个特征变量建立复数个变量关系。

具体地，智能电机 300 的特征变量包括腔内温度、壳外温度、转速、滚  
动轴承振动加速度、工作电流。其中，第一温度传感器 310 连接至智能电机  
300 的轴承定子外侧，并采集所述智能电机 300 的腔内温度。第二温度传感器  
320 连接至智能电机 300 的外壳，并采集智能电机 300 的壳外温度。振动传感  
器 330 连接至智能电机 300 的滚动轴承，并采集所述智能电机 300 的滚动轴  
承振动加速度。变频器 340 用于读取智能电机 300 的工作电流和/或转速。第  
一温度传感器 310、第二温度传感器 320 和振动传感器 330 通过模拟数字转换  
将腔内温度、壳外温度和滚动轴承振动加速度的采样值传输至采集板 350，变  
频器 340 通过 1110db1x8 协议将工作电流和/或转速传输至采集板 350。采集板  
350 持续收集上述特征数据的采样值以后，通过工业以太网 (印 10:11技) 将上  
述特征变量发送给智能电机 300 的网卡 200 的变量关系建立模块 220。

需要说明的是，如果监控预测装置 120 设置在工业云 100 中，则采集板  
350 持续收集上述特征数据的采样值并发送给网卡 200，然后网卡 200 再将数  
据传输至工业云 100 中的监控预测装置 120 进行处理。

接着，变量关系建立模块 220 收到采集板 350 持续收集的述特征数据的

采样值以后为智能电机的特征变量腔内温度、壳外温度、转速、滚动轴承振动加速度、工作电流中的一个或复数个，分别建立智能电机的一维变量关系。例如，所述智能电机的一维变量关系包括基于滚动轴承振动加速度以及滚动轴承振动加速度阈值的变量关系，所述智能电机的二维变量关系包括基于腔内温度和工作电流的变量关系，所述智能电机的三维变量关系包括基于腔内温度，工作电流，滚动轴承振动加速度的变量关系。

然后执行步骤 82，在本实施例中，智能电机 300 的网卡 200 中的分析控制模块 210，接收来自所述变量关系建立模块的复数个变量关系，为每个变量关系选择一个第一变量关系。

图 4 是选择第一关系的曲线示意图。优选地，本发明利用残差平方和方法选择所述第一变量关系。如果有三种变量关系，分别对应图 4 中的三条曲线，其中，第一曲线  $S_1$  表示第一变量关系，第二曲线  $S_2$  表示第二变量关系，第三曲线  $S_3$  表示第三变量关系。具体地，将特征变量的采样值分别带入第一曲线  $S_1$ 、第二曲线  $S_2$  和第三曲线  $S_3$  得到三组理论值。例如，特征变量  $y$  的采样值论值集合为  $\{y_{1sample}, y_{2sample}, \dots, y_{nsample}\}$ ，因此，特征变量  $y$  的采样值集合为  $\{y_{1sample}, y_{2sample}, \dots, y_{nsample}\}$  带入第一曲线  $S_1$  对应的变量关系得到  $y$  的理论值  $\{y_{11theory}, y_{12theory}, \dots, y_{1ntheory}\}$ ，特征变量  $y$  的采样值集合为  $\{y_{1sample}, y_{2sample}, \dots, y_{nsample}\}$  带入第二曲线  $S_2$  对应的变量关系得到  $y$  的理论值  $\{y_{21theory}, y_{22theory}, \dots, y_{2ntheory}\}$ ，特征变量  $y$  的采样值集合为  $\{y_{1sample}, y_{2sample}, \dots, y_{nsample}\}$  带入第三曲线  $S_3$  对应的变量关系得到  $y$  的理论值  $\{y_{31theory}, y_{32theory}, \dots, y_{3ntheory}\}$ 。利用求残差平方和的方法，得到三个残差平方和对应于三条曲线，分别为第一曲线  $S_1$  的残差平方和  $SSE(Relation1) = \sum_{i=1}^n (y_{1ithoery} - y_{1isample})^2$ ，第二曲线  $S_2$  的残差平方和  $SSE(Relation2) = \sum_{i=1}^n (y_{2ithoery} - y_{2isample})^2$ ，第三曲线  $S_3$  的残差平方和  $SSE(Relation3) = \sum_{i=1}^n (y_{3ithoery} - y_{3isample})^2$ 。如图 4 所示，曲线  $S_1$  是实际值，然后比较上述三个残差平方和值，其中，第一曲线是残差平方和最小的，最接近真实值的。并且，在曲线每个区域中，第一曲线也是不同的，例如在图 4 中包括区域  $Z1$  和  $Z2$ ，如果在  $Z1$  中  $SSE(Relation1) < SSE(Relation2) < SSE(Relation3)$ ，则在  $Z1$  中的第一关系所对应的曲线是  $SSE(Relation1)$ 。然而，在  $Z2$  区域，或许又有不同的结论。

然后执行步骤 83，智能电机 300 的网卡 200 中的分析控制模块 210 基于所述第一变量关系和特征变量的采样值，计算出工业物联网装置所对应的多



维结果。

下面结合具体实施例对选择出来的智能电机的一维变量关系，二维变量关系和三维变量关系的第一关系进行说明。

其中，所述智能电机的一维变量关系包括基于滚动轴承振动加速度以及滚动轴承振动加速度阈值的变量关系。所述基于滚动轴承振动加速度以及滚动轴承振动加速度阈值的变量关系的所述第一关系包括：

$$f(V_{4i}) = (V_{4i} - \Delta_{4i}) / \Delta_{4i} > 0,$$

其中， $V_{4i}$ 为滚动轴承振动加速度， $\Delta_{4i}$ 为滚动轴承振动加速度阈值， $i$ 为自然数。我们通过其中一个特征变量来判断工业装置的状态，并保证是实时判断。具体地，预先设定特征变量的阈值，当该特征变量超过了它的阈值则触发报警。例如，电机 300 的振幅动率  $V_{4i}$  如果大于  $\Delta_{4i}$  则触发报警。

其中，所述智能电机的二维变量关系包括基于腔内温度和工作电流的变量关系。图 2 是根据本发明一个具体实施例的二维变量关系的曲线图，其中横轴  $V_{x4}$  表示腔内温度，纵轴  $V_{y4}$  表示工作电流。基于腔内温度和工作电流的二维变量关系的所述第一关系包括：

$$f(x, y) = 0,$$

其中，首先将腔内温度的采样值  $V_{x\text{sample}}$  带入  $f(x, y) = 0$ ，可以得到工作电流的理论值  $V_{y\text{theory}}$ 。同理，将工作电流的采样值  $V_{y\text{sample}}$  带入  $f(x, y) = 0$ ，可以得到腔

内温度的理论值  $V_{x\text{theory}}$ 。如果  $\left| \frac{V_{y\text{sample}}}{V_{y\text{theory}}} - 1 \right| > l_1$  或者  $\left| \frac{V_{x\text{sample}}}{V_{x\text{theory}}} - 1 \right| > l_2$ ，则二维结果为提示智能电机 300 会发生故障。其中， $l_1$  和  $l_2$  为经验值。

其中，所述智能电机的三维变量关系包括基于腔内温度，工作电流，滚动轴承振动加速度的变量关系。图 3 是根据本发明一个具体实施例的三维变量关系的曲线图，其中轴  $V_{x1}$  表示腔内温度，轴  $V_{x3}$  表示工作电流，轴  $V_{x2}$  表示滚动轴承振动加速度。同理，分别将腔内温度的采样值，工作电流的采样值  $V_{x31\text{sample}}$ 、 $V_{x32\text{sample}}$  和滚动轴承振动加速度的采样值  $V_{x22\text{sample}}$ 、 $V_{x21\text{sample}}$  两两带入  $f(x, y, z) = 0$ ，可以分别得到腔内温度理论值  $V_{x1\text{theory}}$ 、 $V_{x12\text{theory}}$ 、 $V_{x11\text{theory}}$ 、工作电流理论值  $V_{x33\text{sample}}$ 、滚动轴承振动加速度  $V_{x22\text{sample}}$ 、 $V_{x21\text{sample}}$ 、 $V_{x2\text{sample}}$ 。

因此，所述智能电机的  $n$  维变量关系的所述第一关系包括：

$$f(V_{x1}, V_{x2}, \dots, V_{xn}) = 0,$$

其中，首先将智能电机的特征变量采样值  $V_{x1sample}$ ， $V_{x2sample}$ …… $V_{xn-1sample}$  分别带入  $f(V_{x1}, V_{x2}, \dots, V_{xn}) = 0$  并得到  $V_{xntheory}$ ，当  $\left| \frac{V_{xnsample}}{V_{xntheory}} - 1 \right| > l_1$ ，则提示智能电机缓慢发生故障。然后将  $V_{x1sample}$ ， $V_{x2sample}$ …… $V_{xn-2sample}$ ， $V_{xn-1sample}$  分别带入  $f(V_{x1}, V_{x2}, \dots, V_{xn}) = 0$  并得到  $V_{xn-1theory}$ ，如果  $\left| \frac{V_{xn-1sample}}{V_{xn-1theory}} - 1 \right| > l_2$ ，则提示智能电机缓慢发生故障。执行上述过程三次，最终，我们将  $V_{x2sample}$ ， $V_{x3sample}$ …… $V_{xn-1sample}$  分别带入  $f(V_{x1}, V_{x2}, \dots, V_{xn}) = 0$  则得到  $V_{x1theory}$ ，如果  $\left| \frac{V_{x1sample}}{V_{x1theory}} - 1 \right| > l_n$ ，则多维结果为提示智能电机 300 会发生故障，其中， $l_1, l_2, \dots, l_n$  为经验值，所述多维为大于二维。

最后执行步骤 S4，基于工业物联网中的处理层 400 的需求，将所述多维结果发送给工业物联网中的处理层级 400。

其中，本发明第一方面提供的工业物联网装置的监控预测方法还包括变量关系的更新步骤。例如，如图 1 所示，可以在工业云 100 中设置所述变量关系存储模块 140。

本发明第三方面还提供了工业物联网装置的监控预测系统，其中，包括智能电机 300、复数个采集装置以及本发明第二方面所提供的监控预测装置。其中，所述智能电机 300 耦合于所述工业物联网中，复数个采集装置连接于所述智能电机 300 中。

其中，所述复数个采集装置包括采集板 350，所述采集板上连接有变频器 340、第一温度传感器 310、第二温度传感器 320 和振动传感器 330，所述采集板 350 通过工业以太网耦合于所述智能电机 300 的网卡 200。其中，所述变频器 340 读取所述智能电机 300 的工作电流和/或转速；所述第一温度传感器 310 连接至所述智能电机 300 的轴承定子外侧，采集所述智能电机 300 的腔内温度；所述第二温度传感器 320 连接至所述智能电机 300 的外壳，采集所述智能电机 300 的壳外温度；所述振动传感器 330 连接至所述智能电机 300 的滚动轴承，采集所述智能电机的滚动轴承振动加速度。

本发明提供的工业物联网装置的监控预测机制是一个体系结构模型 (architectural model)，其涵盖了云计算 (cloud computing) 和边缘计算 (edge computing)，提高了计算准确度，并降低了成本。本发明具有灵活的部署，尤

其是在工业物联网中装置遇到不量状况时非常可靠。

尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍，但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后，对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此，本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。此外，不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求；“包括”一词不排除其它权利要求或说明书中未列出的装置或步骤；“第一”、“第二”等词语仅用来表示名称，而并不表示任何特定的顺序。

## 权利要求书

1.工业物联网装置的监控预测方法，其中，包括如下步骤：

接收复数个描述工业物联网装置的特征变量的采样值，为一个或复数个特征变量建立复数个变量关系；

分别分析复数个变量关系，并为每个变量关系选择一个第一变量关系；

基于所述第一变量关系和特征变量的采样值，计算出工业物联网装置所对应的多维结果；

基于工业物联网中的处理层级的需求，将所述多维结果发送给工业物联网中的处理层级。

2. 根据权利要求 1 所述的工业物联网装置的监控预测方法，其特征在于，所述工业物联网装置的监控预测方法还包括如下步骤：

利用残差平方和方法选择所述第一变量关系。

3. 根据权利要求 1 所述的工业物联网装置的监控预测方法，其特征在于，工业物联网装置的监控预测方法还包括如下步骤：

所述变量关系的更新步骤。

4. 根据权利要求 1 所述的工业物联网装置的监控预测方法，其特征在于，所述工业物联网装置为智能电机，其中，所述特征变量包括：

- 腔内温度；
- 壳外温度；
- 转速；
- 滚动轴承振动加速度；
- 工作电流。

5. 根据权利要求 4 所述的工业物联网装置的监控预测方法，其特征在于，所述工业物联网装置的监控预测方法还包括如下步骤：

接收智能电机描述的特征变量腔内温度、壳外温度、转速、滚动轴承振动加速度和工作电流的采样值，分别建立智能电机的一维变量关系。

6. 根据权利要求 5 所述的工业物联网装置的监控预测方法，其特征在于，所述智能电机的一维变量关系包括基于滚动轴承振动加速度以及滚动轴承振动加速度阈值的变量关系。

7. 根据权利要求 6 所述的工业物联网装置的监控预测方法，其特征在于，

所述基于滚动轴承振动加速度以及滚动轴承振动加速度阈值的变量关系的所述第一关系包括：

$$A(V4_i) = (V4_i < th(V4_i)),$$

其中， $V4_i$  为滚动轴承振动加速度， $th(V4_i)$  为滚动轴承振动加速度阈值， $i$  为自然数。

8. 根据权利要求 5 所述的工业物联网装置的监控预测方法，其特征在于，所述智能电机的二维变量关系包括基于腔内温度和工作电流的变量关系。

9. 根据权利要求 5 所述的工业物联网装置的监控预测方法，其特征在于，所述智能电机的三维变量关系包括基于腔内温度，工作电流，滚动轴承振动加速度的变量关系。

10. 根据权利要求 5 所述的工业物联网装置的监控预测方法，其特征在于，所述智能电机的  $n$  维变量关系的所述第一关系包括：

$$f(V_1, \dots, V_n) = 0,$$

其中，首先将智能电机的特征变量采样值  $V_{x1sample}, V_{x2sample}, \dots, V_{xnsample}$  分别带入  $f(V_1, \dots, V_n) = 0$  并分别得到  $V_{x1theory}, V_{x2theory}, \dots, V_{xntheory}$ ，如果满足以下

$$\text{任一项: } \left| \frac{V_{xnsample}}{V_{xntheory}} - 1 \right| > l_1, \left| \frac{V_{xn-1sample}}{V_{xn-1theory}} - 1 \right| > l_2, \dots, \left| \frac{V_{x1sample}}{V_{x1theory}} - 1 \right| > l_n,$$

则多维结果为提示智能电机 300 会发生故障，其中， $l_1, l_2, \dots, l_n$  为经验值，所述多维为大于二维。

11. 工业物联网装置的监控预测装置，其中，包括：

变量关系建立模块，其接收复数个描述工业物联网装置的特征变量的采样值，并为一个或复数个特征变量建立复数个变量关系；

分析控制模块，其接收来自所述变量关系建立模块的复数个变量关系，为每个变量关系选择一个第一变量关系，然后基于所述第一变量关系和特征变量的采样值，计算出所述工业物联网装置对应的多维结果，并基于工业物联网中的处理层级的需求，将所述多维结果发送给工业物联网中的处理层级。

12. 根据权利要求 11 所述的工业物联网装置的监控预测装置，其特征在于，所述分析控制模块利用残差平方和方法选择所述第一变量关系。

13. 根据权利要求 11 所述的工业物联网装置的监控预测装置，其特征在于，工业物联网装置的监控预测装置还包括至少一个设置在所述工业物联网

装置的网卡中和/或所述工业物联网工业云中的所述变量关系存储模块。

14. 根据根据权利要求 11 所述的工业物联网装置的监控预测装置，其特征在于，所述工业物联网装置为智能电机，其中，所述特征变量包括：

- 腔内温度；
- 壳外温度；
- 转速；
- 滚动轴承振动加速度；
- 工作电流。

15. 根据根据权利要求 14 所述的工业物联网装置的监控预测装置，其特征在于，变量关系建立模块接收智能电机描述的特征变量腔内温度、壳外温度、转速、滚动轴承振动加速度和工作电流的采样值，分别建立智能电机的 11 维变量关系。

16. 根据权利要求 15 所述的工业物联网装置的监控预测装置，其特征在于，所述智能电机的一维变量关系包括基于滚动轴承振动加速度以及滚动轴承振动加速度阈值的变量关系。

17. 根据权利要求 16 所述的工业物联网装置的监控预测装置，其特征在于，所述基于滚动轴承振动加速度以及滚动轴承振动加速度阈值的变量关系的所述第一关系包括：

$$A(V4_i) = (V4_i < th(V4_i)),$$

其中， $V4_i$  为滚动轴承振动加速度， $th(V4_i)$  为滚动轴承振动加速度阈值， $i$  为自然数。

18. 根据权利要求 15 所述的工业物联网装置的监控预测装置，其特征在于，所述智能电机的二维变量关系包括基于腔内温度和工作电流的变量关系。

19. 根据权利要求 15 所述的工业物联网装置的监控预测装置，其特征在于，所述智能电机的三维变量关系包括基于腔内温度，工作电流，滚动轴承振动加速度的变量关系。

20. 根据权利要求 15 所述的工业物联网装置的监控预测装置，其特征在于，所述智能电机的 11 维变量关系的所述第一关系包括：

$$f(V_1, \dots, V_{11}) = 0,$$

其中，首先将智能电机的特征变量采样值  $V_{x1\_sample}$ ， $V_{x2\_sample}$  ……  $V_{xn\_sample}$  分别

带入肌凡”.., 匕)O并分别得到匕<sub>theory</sub>, V<sub>xn-1theory</sub> — V<sub>x1theory</sub>, 如果满足以下任一项:  $\left| \frac{V_{xnsample}}{V_{xntheory}} - 1 \right| > l_1, \left| \frac{V_{xn-1sample}}{V_{xn-1theory}} - 1 \right| > l_2 \dots \dots \left| \frac{V_{x1sample}}{V_{x1theory}} - 1 \right| > l_n$ , 则多维结果为提示智能电机 300 会发生故障, 其中,  $l_1, l_2 \dots \dots l_n$  为经验值, 所述多维为大于一维。

21. 工业物联网装置的监控预测系统, 其中, 包括:

智能电机, 其耦合于所述工业物联网中;

复述个采集装置, 其连接于所述智能电机中,

其中, 所述工业物联网装置的监控预测系统还包括所述权利要求 11 至 20 任一项所述的工业物联网装置的监控预测装置。

22. 根据权利要求 21 所述的工业物联网装置的监控预测系统, 其中, 所述复数个采集装置包括采集板, 所述采集板上连接有变频器、第一温度传感器、第二温度传感器和振动传感器, 所述采集板通过工业以太网耦合于所述智能电机的网卡, 其中,

所述变频器读取所述所述智能电机的工作电流和/或转速;

所述第一温度传感器连接至所述智能电机的轴承定子外侧, 采集所述智能电机的腔内温度;

所述第二温度传感器连接至所述智能电机的外壳, 采集所述智能电机的壳外温度;

所述振动传感器, 连接至所述智能电机的滚动轴承, 采集所述智能电机的滚动轴承振动加速度。

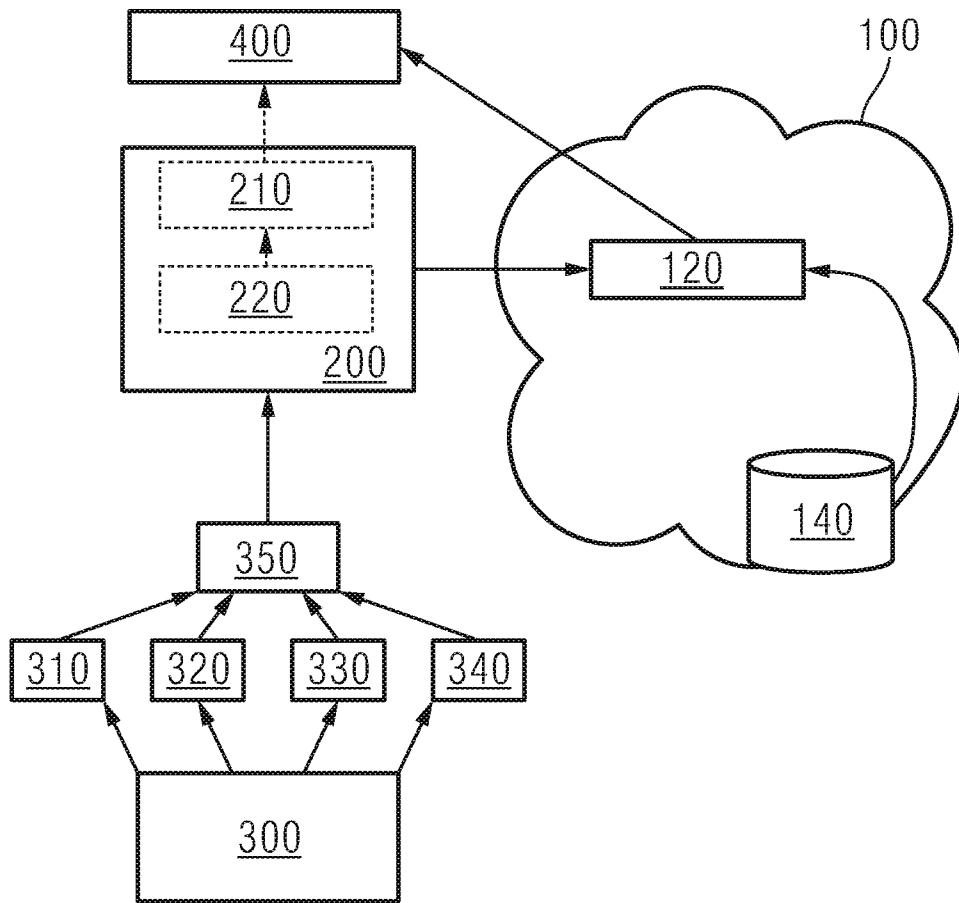


图1



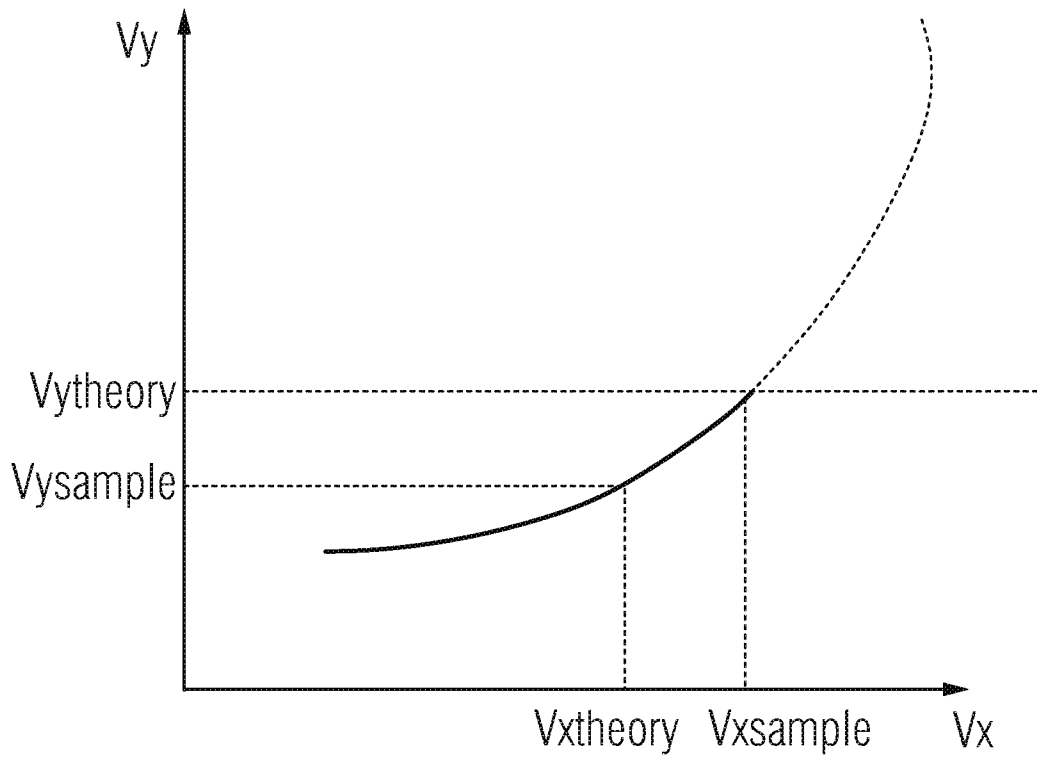


图2

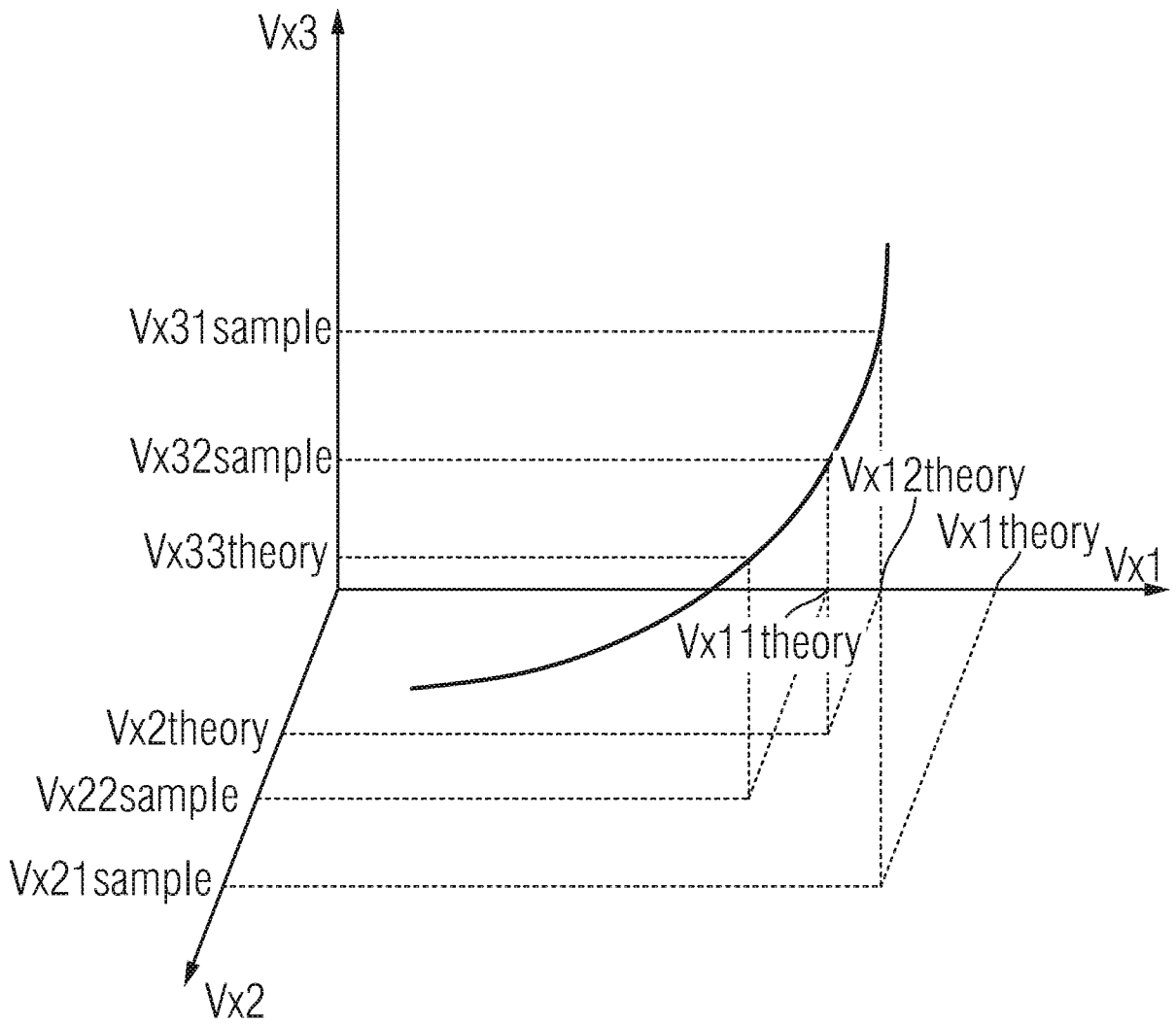


图3

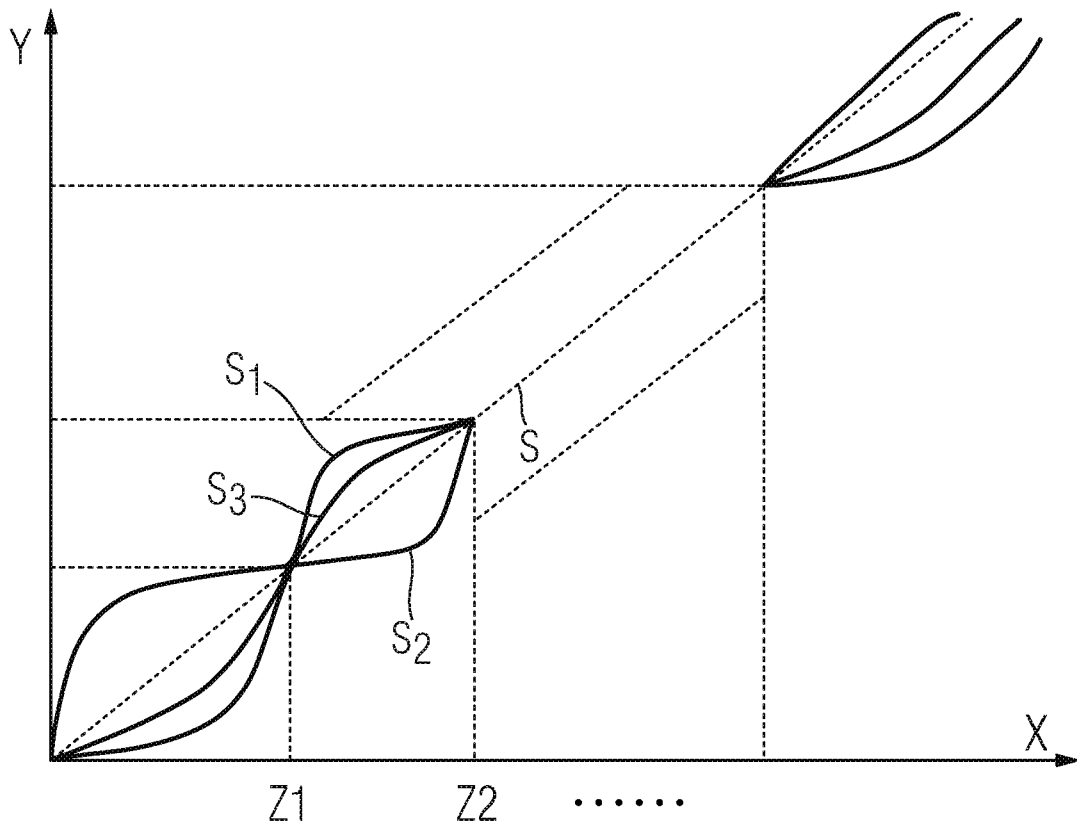


图4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2017/120228

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B 23/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, EPODOC, WPI, CNKI, IEEE: 物联网, 监控, 检测, 预测, 采样, 采集, 变量, 特征, 关系, 电机, 传感器, internet, thing, monitor, sample, collect, gather, variable, character, relation, sensor

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 105607617 A (GUANGZHOU AOSHI FIBER & ELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 May 2016 (25.05.2016), description, paragraphs [0071]-[0103] and [0117]-[0176]	1-22
A	CN 101158693 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 09 April 2008 (09.04.2008), entire document	1-22
A	CN 105022273 A (NANTONG UNIVERSITY) 04 November 2015 (04.11.2015), entire document	1-22
A	CN 106485589 A (HENAN ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES) 08 March 2017 (08.03.2017), entire document	1-22

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
---	---

<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p style="text-align: center;">17 September 2018</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p style="text-align: center;">28 September 2018</p>
<p>Name and mailing address of the ISA</p> <p>State Intellectual Property Office of the P. R. China</p> <p>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao</p> <p>Haidian District, Beijing 100088, China</p> <p>Facsimile No. (86-10) 62019451</p>	<p>Authorized officer</p> <p style="text-align: center;">WANG, Ying</p> <p>Telephone No. (86-10) 53961411</p>

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2017/120228

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105607617 A	25 May 2016	None	
CN 101158693 A	09 April 2008	CN 101158693 B	17 August 2011
CN 105022273 A	04 November 2015	CN 105022273 B	07 July 2017
CN 106485589 A	08 March 2017	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/120228

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>G05B 23/02(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																	
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G05B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p>																	
<p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称,和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNPAT, EP0D0C, WPI, CNKI, IEEE: 物联网, 监控, 检测, 预测, 采样, 采集, 变量, 特征, 关系, 电机, 传感器, internet, thing, monitor, sample, collect, gather, variable, character, relation, sensor</p>																	
<p><b>o. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 105607617 A (广州市澳视光电子有限公司) 2016年 5月 25日 (2016 - 05 - 25) 说明书[0071]-[0103], [0117]-[0176]段</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101158693 A (东北大学) 2008年 4月 9日 (2008 - 04 - 09) 全文</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105022273 A (南通大学) 2015年 11月 4日 (2015 - 11 - 04) 全文</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106485589 A (河南省农业科学院) 2017年 3月 8日 (2017 - 03 - 08) 全文</td> <td>1-22</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 105607617 A (广州市澳视光电子有限公司) 2016年 5月 25日 (2016 - 05 - 25) 说明书[0071]-[0103], [0117]-[0176]段	1-22	A	CN 101158693 A (东北大学) 2008年 4月 9日 (2008 - 04 - 09) 全文	1-22	A	CN 105022273 A (南通大学) 2015年 11月 4日 (2015 - 11 - 04) 全文	1-22	A	CN 106485589 A (河南省农业科学院) 2017年 3月 8日 (2017 - 03 - 08) 全文	1-22
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	CN 105607617 A (广州市澳视光电子有限公司) 2016年 5月 25日 (2016 - 05 - 25) 说明书[0071]-[0103], [0117]-[0176]段	1-22															
A	CN 101158693 A (东北大学) 2008年 4月 9日 (2008 - 04 - 09) 全文	1-22															
A	CN 105022273 A (南通大学) 2015年 11月 4日 (2015 - 11 - 04) 全文	1-22															
A	CN 106485589 A (河南省农业科学院) 2017年 3月 8日 (2017 - 03 - 08) 全文	1-22															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2018年 9月 17日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2018年 9月 28日</p>																
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>	<p>受权官员</p> <p>王莹</p> <p>电话号码 86-(10)-53961411</p>																

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/120228

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	105607617	A	2016年 5月 25日	无			
CN	101158693	A	2008年 4月 9日	CN	101158693	B	2011年 8月 17日
CN	105022273	A	2015年 11月 4日	CN	105022273	B	2017年 7月 7日
CN	106485589	A	2017年 3月 8日	无			