

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(21)(22) Заявка: 2016142123, 26.03.2015

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
27.03.2014 FR 1452650

(43) Дата публикации заявки: 28.04.2018 Бюл. № 13

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 27.10.2016(86) Заявка РСТ:
FR 2015/050785 (26.03.2015)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/145085 (01.10.2015)

Адрес для переписки:

109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент"

(71) Заявитель(и):

САФРАН ЭРКРАФТ ЭНДЖИНЗ (FR)

(72) Автор(ы):

ГУБИ Орели (FR),
ГЕРЕЗ Валерио (FR)(54) СПОСОБ ОЦЕНКИ НОРМАЛЬНОСТИ ИЛИ НЕНОРМАЛЬНОСТИ ИЗМЕРЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ
ФИЗИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА ДВИГАТЕЛЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

(57) Формула изобретения

1. Способ оценки нормальности или ненормальности измеренного датчиком (20) значения (y_{exec}) физического параметра устройства (1) для значения (x_{exec}) рабочего параметра указанного устройства (1), характеризующийся тем, что множество пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$, каждая из которых определяет контрольное значение (y_i) физического параметра для значения (x_i) рабочего параметра, сохраняют в базе данных, хранящейся в средствах (32) хранения данных, при этом способ включает осуществление при помощи средств (31) обработки данных этапов, на которых:

(а) вычисляют оценочное значение (\hat{y}_{exec}) физического параметра для значения (x_{exec}) рабочего параметра на основе регрессионной модели, связанной с указанным множеством пар $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$;

(б) вычисляют соответствующую погрешность (res_{exec});

(с) вычисляют оценочное значение ($\sqrt{var_{exec}}$) дисперсии физического параметра для значения (x_{exec}) рабочего параметра на основе дисперсионной модели, связанной с указанным множеством пар $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$;

(д) вычисляют вклад аномалии (Z_{score}) измеренного значения (y_{exec}) на основе

погрешности (res_{exec}), оценочного значения (\widehat{var}_{exec}) дисперсии и среднего значения (mean) погрешности для указанного множества пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$,

(е) сравнивают вклад аномалии (Z_{score}) измеренного значения (y_{exec}) с порогом (σ) в виде числа стандартных отклонений;

(f) если вклад аномалии (Z_{score}) превышает указанный порог (σ), на интерфейсных средствах (33) отображают измерение как ненормальное.

2. Способ по п. 1, содержащий предварительную фазу обработки указанного множества пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$ из базы данных, включающую осуществление при помощи средств (31) обработки данных этапов, на которых:

(a0) определяют указанную регрессионную модель, связанную с указанным множеством пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$, при помощи регрессии, моделирующей значение y физического параметра в зависимости от значения x рабочего параметра, на основании множества $\{x_i; y_i\}_{i \in [1, n]}$, где $x_i; y_i$ - значения пары, хранящейся в базе данных;

(a1) для каждой из пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$ вычисляют оценочное значение (y_i) физического параметра и соответствующую погрешность (res_i);

(a2) вычисляют среднее значение (mean) указанных погрешностей (res_i);

(a3) в скользящем окне размером w вычисляют множество значений (var_j) $_{j \in [1, n-w+1]}$ дисперсии погрешности, каждое из которых связано со значением (x_j) рабочего параметра пары значений $(x_j; y_j)_{j \in [1, n-w+1]}$;

(a4) определяют указанную дисперсионную модель, связанную с указанным множеством пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$, при помощи регрессии, моделирующей значение var дисперсии погрешности в зависимости от значения x рабочего параметра на основании множества $\{x_j; var_j\}_{j \in [1, n-w+1]}$, где var_j обозначает вычисленное значение дисперсии погрешности, и x_j обозначает соответствующее значение рабочего параметра.

3. Способ по п. 2, в котором предварительная фаза включает этап (a5), на котором определяют, в зависимости от указанной определенной модели дисперсии, зоны достоверности вокруг указанной определенной регрессионной модели и отображают указанную зону достоверности на интерфейсных средствах (33).

4. Способ по п. 3, в котором зону достоверности определяют по верхней огибающей, соответствующей формуле $f(x) + \sigma \times \sqrt{g(x)}$, и нижней огибающей, соответствующей формуле $f(x) - \sigma \times \sqrt{g(x)}$, где f является регрессионной моделью, и g является дисперсионной моделью.

5. Способ по одному из пп. 1-4, в котором вклад аномалии (Z_{score}) получают по

формуле $Z_{score} = \left| \frac{res_{exec} - mean}{\sqrt{\widehat{var}_{exec}}} \right|$, где res_{exec} обозначает погрешность, связанную с

измеренным значением физического параметра, \widehat{var}_{exec} обозначает оценочное значение дисперсии, и mean - среднее значение погрешности для указанного множества пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$.

6. Способ по одному из пп. 1-5, в котором указанное устройство (1) является двигателем летательного аппарата.

7. Способ по п. 6, в котором указанный физический параметр выбирают из группы, в которую входят связанные с двигателем (1) давление, температура, скорость потока

текучей среды, уровень шума и плотность топлива.

8. Способ по п. 6 или 7, в котором указанный рабочий параметр выбирают из группы, в которую входят связанные с двигателем (1) режим, расход топлива, температура топлива, окружающее давление и окружающая температура.

9. Способ по одному из пп. 6-8, в котором двигатель (1) устанавливают на испытательный стенд (2), содержащий датчик (20), при этом на этапе (е) останавливают испытательный стенд (2), если измерение признается ненормальным.

10. Способ по одному из пп. 1-8, в котором на этапе (е) добавляют пару значений $(x_{exec}; y_{exec})$, образованную измеренным значением физического параметра и соответствующим значением рабочего параметра, в указанную базу данных пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$, если измерение не признается ненормальным.

11. Аппаратура (3) для оценки нормальности или ненормальности измеренного датчиком (20) значения (y_{exec}) физического параметра устройства (1) для значения (x_{exec}) рабочего параметра указанного устройства (1), содержащая средства (31) обработки данных, средства (32) хранения данных, хранящие в базе данных множество пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$, каждая из которых определяет контрольное значение y_i физического параметра для значения x_i рабочего параметра, и интерфейсные средства (33), при этом средства (31) обработки данных выполнены с возможностью реализации:

- модуля вычисления оценочного значения \hat{y}_{exec} физического параметра для значения x_{exec} рабочего параметра на основе регрессионной модели, связанной с указанным множеством пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$;

- модуля вычисления соответствующей погрешности (res_{exec}) ;

- модуля вычисления оценочного значения (\widehat{var}_{exec}) дисперсии физического параметра для значения (x_{exec}) рабочего параметра на основе дисперсионной модели, связанной с указанным множеством пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$;

- модуля вычисления вклада аномалии (Z_{score}) измеренного значения (y_{exec}) на основе погрешности (res_{exec}) , оценочного значения (\widehat{var}_{exec}) дисперсии и среднего значения $(mean)$ погрешности для указанного множества пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$;

- модуля сравнения вклада аномалии (Z_{score}) измеренного значения (y_{exec}) с порогом (σ) в виде числа стандартных отклонений;

- модуля передачи тревожного сигнала на интерфейсные средства (33), извещающего об идентификации измерения как ненормального, если вклад аномалии (Z_{score}) превышает указанный порог (σ) .

12. Аппаратура по п. 10, в которой модуль (31) обработки данных выполнен также с возможностью реализации:

- модуля определения указанной регрессионной модели, связанной с указанным множеством пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$, при помощи регрессии, моделирующей значение y физического параметра в зависимости от значения x рабочего параметра на основании множества $\{x_i; y_i\}_{i \in [1, n]}$, где $x_i; y_i$ - значения пары, хранящиеся в базе данных;

- модуля вычисления для каждой из пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$ оценочного значения (\hat{y}_i) физического параметра и соответствующей погрешности (res_i) ;

- модуля вычисления среднего значения $(mean)$ указанных погрешностей (res_i) ;

- модуля вычисления в скользящем окне размером w множества значений

$(var_j)_{j \in [1, n-w+1]}$ дисперсии погрешности, каждое из которых связано со значением (x_j) рабочего параметра пары $(x_j; y_j)_{j \in [1, n-w+1]}$;

- модуля определения указанной дисперсионной модели, связанной с указанным множеством пар значений $(x_i; y_i)_{i \in [1, n]}$, при помощи регрессии, моделирующей значение var в зависимости от значения x на основании множества $\{x_j; var_j\}_{j \in [1, n-w+1]}$, где var_j обозначает вычисленное значение дисперсии погрешности, и x_j обозначает соответствующее значение рабочего параметра.

13. Система, содержащая:

- испытательный стенд (2), содержащий датчик (20) и выполненный с возможностью установки на нем устройства (1);

- аппаратуру (3) по п. 10 или 11 для оценки нормальности или ненормальности измеренного датчиком (20) значения (y_{exec}) физического параметра указанного устройства (1) для значения (x_{exec}) рабочего параметра указанного устройства (1).

14. Компьютерный программный продукт, содержащий командные коды для исполнения способа по одному из пп. 1-9 для оценки нормальности или ненормальности измеренного датчиком (20) значения y_{exec} физического параметра указанного устройства (1) для значения x_{exec} рабочего параметра указанного устройства (1).

15. Средство хранения данных, считываемое компьютерной аппаратурой, на котором компьютерный программный продукт содержит командные коды для исполнения способа по одному из пп. 1-9 для оценки нормальности или ненормальности измеренного датчиком (20) значения y_{exec} физического параметра указанного устройства (1) для значения x_{exec} рабочего параметра указанного устройства (1).