

Бърз метод за определяне на транспортно закъснение с оценка резултатите за груби грешки

Тошо Станчев, Илиян Цветков

Fast Method for Process Transport Delay Determination with Valuable Errors Estimation:

Discusses processes, whose duration is defined with a change occurring in a value, whose measurement is affected by random factors. The random effects have a normal law of distribution. the duration of this type of processes has the character of a 'transport' delay.

Key words: random errors, gross errors, 'pure' delay.

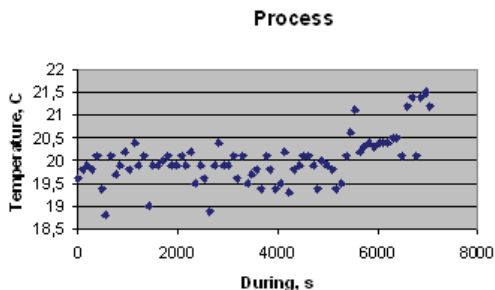
ВЪВЕДЕНИЕ

Решаването на редица инженерни задачи е съпътствано с провеждане на експерименти, чиято продължителност в най-голяма степен се определя от началото на даден процес, следствие от експеримента. Типичен пример в това отношение са случаите, когато се изследват процесите на топлопренасяне. Отделянето на топлинна енергия при възпламеняване на горивна смес, води до повишаване на температурата на повърхнините, които са в контакт с процеса. С промяната на температурата на външните повърхнини, процесът на топлопренасяне се извършва по различен начин, в зависимост от начина на отвеждане на топлинната енергия. Въпросът е, как да се определи времето до настъпването на промяната в условията на топлопренасяне. За да се фиксира този момент, е необходимо да се измерва повърхностната температура на горивната камера. Проблемът е какви граници на изменение на температурата да се приемат за отчитане на момента, в който преносът на топлинна енергия се променя. В разгледаните литературни източници [2],[3],[4] се предлага следният подход: извършват се измервания през определен интервал от време, в зависимост от скоростта на процеса, с продължителност по-голяма от наблюдавания период.

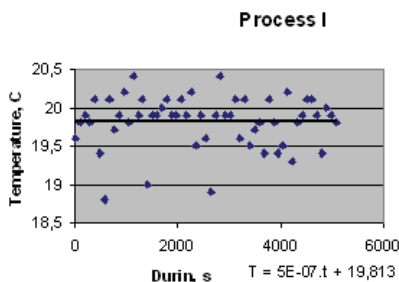
ИЗЛОЖЕНИЕ

Пример за обработка на резултати от подобно наблюдение е изследването на топло разпространение в полупространството, т.е. до настъпване на промяна на температурата на срещуположната на топлинното въздействие страна. Резултатите от наблюденията са показани на фиг.1.

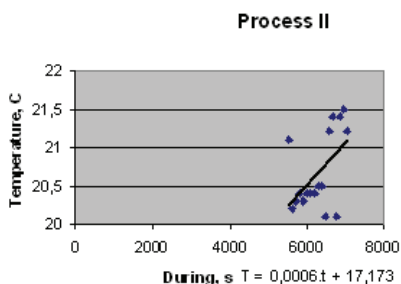
В началото температурата запазва стойността си постоянна, но нейното измерване е съпроводено с наличието на случайни грешки, разпределени по нормален закон [2]. Този участък се апроксимира като уравнение на права, успоредна на оста на времето. Вторият участък се характеризира, също с наличие на случайни грешки, но и с тенденция за нарастване на температурата и уравнението му на регресия е линейна функция. На фиг. 2 и фиг. 3 е показано разделянето на процеса на два участъка със съответните уравнения на регресия.



Фиг. 1. Изменение на температурата на наблюдаваната повърхност



Фиг.2. Участък с постоянна температура



Фиг.3. Участък с наблюдение на тенденция за нарастване на температурата

Моментът на настъпване промяна температурата на наблюдаваната повърхнина се определя от решение на двете уравнения [1]. За конкретния пример продължителността на процеса на разпространение на топлинната енергия в обема на преградата е приблизително 4400, s.

В таблица 1 са показани резултати от проведените измервания [2].

Таблица 1

№	t, s	T, C°	№	t, s	T, C°	№	t, s	T, C°	№	t, s	T, C°
1	0	19,6	20	1786	20,1	39	3572	19,8	58	5358	20,1
2	94	19,8	21	1880	19,9	40	3666	19,4	59	5452	20,6
3	188	19,9	22	1974	19,9	41	3760	20,1	60	5546	21,1
4	282	19,8	23	2068	20,1	42	3854	19,8	61	5640	20,2
5	376	20,1	24	2162	19,9	43	3948	19,4	62	5734	20,3
6	470	19,4	25	2256	20,2	44	4042	19,5	63	5828	20,4
7	564	18,8	26	2350	19,5	45	4136	20,2	64	5922	20,3
8	658	20,1	27	2444	19,9	46	4230	19,3	65	6016	20,4
9	752	19,7	28	2538	19,6	47	4324	19,8	66	6110	20,4
10	846	19,9	29	2632	18,9	48	4418	19,9	67	6204	20,4
11	940	20,2	30	2726	19,9	49	4512	20,1	68	6298	20,5
12	1034	19,8	31	2820	20,4	50	4606	20,1	69	6392	20,5
13	1128	20,4	32	2914	19,9	51	4700	19,9	70	6486	20,1
14	1222	19,9	33	3008	19,9	52	4794	19,4	71	6580	21,2
15	1316	20,1	34	3102	20,1	53	4888	20	72	6674	21,4
16	1410	19	35	3196	19,6	54	4982	19,9	73	6768	20,1
17	1504	19,9	36	3290	20,1	55	5076	19,8	74	6862	21,4
18	1598	19,9	37	3384	19,5	56	5170	19,4	75	6956	21,5
19	1692	20	38	3478	19,7	57	5264	19,5	76	7050	21,2

В настоящата публикация се предлага бърз алгоритъм, базиран на използване на критерий за отстраняване на груби грешки, С този алгоритъм в реално време се определя моментът на настъпване промяна температурата на наблюдаваната повърхност, посредством оценка на грубата грешка за всяко измерване. В случая могат да се оценяват само получените най-големи или най-малки (с лека модификация) стойности от измерванията, съответно при нагряване или охлаждане. С малка допълнителна преработка, алгоритъмът може да се прилага едновременно в и двата случая.

Блок-схемата на предлагания алгоритъм е показана на фиг. 4. В началото се задават входните параметри: α – ниво на значимост; N_t – брой измервания, които отговарят на очакваното закъснение. При необходимост е възможно да се задава и типа на критерия за оценяване на груби грешки: V- критерий, критерий на Райт или

на Романовски. След това се инициализират променливите, където се съхраняват междинните стойности съответно: $i=1$ – индекс на поредното измерване; $\Sigma=0$ – сума от квадратите на остатъците. Средно аритметичната стойност X_{AV} и максималната X_{MAX} се инициализират с първия отчетен резултат X_i .

Алгоритмът продължава с цикъл, при който след увеличаване на индекса се прочита следващата стойност и с нея се изчислява първо X_{AV} , а после Σ и оценката на средното квадратично отклонение S_X . Това става на всеки цикъл, по следните зависимости:

$$X_{AV} = \frac{X_{AV} + x_i}{2},$$

$$\Sigma = \Sigma + (x_i - X_{AV})^2,$$

$$S_X = \frac{1}{i-1} \sqrt{\Sigma^2}.$$

Първата проверка е дали текущата отчетена стойност X_i е по-голяма от максималната X_{MAX} . При неизпълнение на условието се преминава към прочитане следващата стойност. В този случай не е необходимо да се правят повече проверки. При изпълнение на условието първо на максималната стойност X_{MAX} се присвоява текущата X_i , след което се преминава към следващата проверка.

Изпълнението на втората проверка е продиктувано от необходимостта, да се натрупа достатъчно количество статистическа информация, преди определянето на прехода. Както беше отбелязано по-горе за целта предварително се задават броят измервания, които отговарят на очакваното закъснение. Извършването на проверка за груба грешка в този случай не е необходимо и при неизпълнение на условието, се преминава към следващия цикъл.

Последната проверка е по един от избраните критерии за откриване на груби грешки, като за целта се проверява условието [4]:

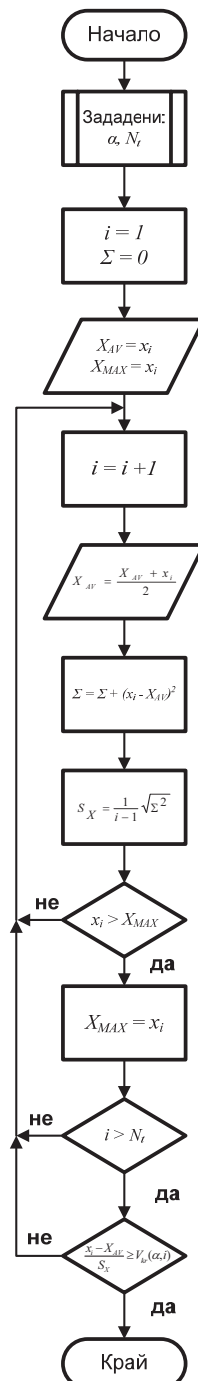
$$\frac{x_i - X_{AV}}{S_X} \geq V_{kr}(\alpha, i),$$

където $V_{kr}(\alpha, i)$ е критичната стойност в зависимост от предварително зададеното ниво на значимост α , и текущия брой на измерванията i . Стойността на V_{kr} може да е различна в зависимост от избрания критерий.

Изпълнението на условието по критерия за откриване на груби грешки означава, че е започнала промяна на изходната температура и тук изпълнението на настоящия алгоритъм приключва, преминавайки към изследване на процеса по същество.

Моментната стойност на индекса i в края на алгоритъма определя времето на транспортното закъснение. При необходимост тя може да бъде изведена, но това не е показано в блок-схемата.

В показания по-горе пример условието за груба грешка на измерената температура се удовлетворява при



Фиг. 4. Блок-схема

наблюдение с №60. Времетраенето на процеса се получава 5452 s.

Проверката е извършена при равнище на значимост $\alpha = 0,1$ и брой на очакваните измервания $N_i = 20$. Граничната стойност се изчислява по V критерия за отстраняване на гроби и в случая е $V_{kr}(0,1; 60) = 2,86$ [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Недостатъците на определянето на продължителността на наблюдавания процес при ръчно определяне са:

- разделянето на процеса на два участъка включва елемент на субективна оценка (преценката за разделянето на данните);
- продължаване на експеримента до момент, в който се наблюдава трайна тенденция в изменението;
- приетата линейна регресия за втория участък от процеса е въпрос на субективен избор.

2. При използване на предлагания подход:

- полученият резултат, при използването на предлагания алгоритъм, се различава с около 20% процента от този в началния пример, но в този случай достоверността му се определя от приетото ниво на значимост α , т.е. вероятността това да е така е 90%, в конкретния пример;
- няма нужда експериментът да продължава до получаване на ясно изразена тенденция в изменението на наблюдаваната величина, т.е. процесът на оценка е по-бърз;
- този подход може да се използва при определяне на т.н. транспортни закъснения;
- недостатък е изискването грешките при измерването да са разпределени по нормален закон.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Наплатанов Н. "Основи на техническата кибернетика", Техника, София, (1971-1977).

[2] Станчев Т. Методи и средства за оценка на технологичните показатели на оградящите елементи за осигуряване на микроклимата в зоосгради. Дисертация, Русе, 2009.

[3] Стойчева Х. и др. Основни въпроси на метрологията., Техника, София, 1985.

[4] David Freedman, Robert Pisani, Roger Rurves STATISTICS. University of California, New York-London, 2007.

За контакти:

доц. д-р инж. Тошо Станчев, Катедра "Теоретична и измервателна електротехника", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 505, e-mail: tys@uni-ruse.bg

гл. ас. д-р инж. Илиян Цветков, Катедра "Теоретична и измервателна електротехника", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 415, e-mail: i_tsvetkov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.