1992 Nr kol. 1174

Jerzy JAKUBIEC Jerzy ROJ

FUNKCJONALNE WŁASNOŚCI DWUWYMIAROWEGO ALGORYTMU KOREKCJI BŁEDÓW STATY-CZNYCH PRZEZNACZONEGO DO STOSOWANIA W PRZYRZADACH MIKROPROCESOROWYCH

<u>Streszczenie</u>. Przedstawiono wyniki analizy czasu realizacji i obszaru zajmowanej pamięci procedury programowej korekcji błędów statycznych przetwornika pomiarowego opartej na zasadzie rozwiązywania odwrotnej funkcji przetwarzania odwzorowanej w pamięci mikrokomputera w postaci odcinkowo-liniowej.

FUNCTIONAL PROPERTIES OF TWO-DIMENTIONAL CORRECTION ALGORITHM OF STATIC ERRORS, USED IN INTELIGENT INSTRUMENTS

Summary. The results of an analysis of the realization time and the memory range of static errors correction programming procedure of measuring transducer based on the principle of inverse transfer solving represented in the microcomputer memory segment-linear form is presented.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ДВУХМЕРНОГО АЛГОРИТМА КОРРЕКЦИИ СТАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ

> Резиме Представлены результаты анализа вренени реализации и объёма заникаемой памяти для процедуры программной коррекции статических погрешностей измерительного преобразователя эта процедура основана на принципе решения обратной функции преобразования отображенной в памяти микрокомпьютера в статически виде.

1. Zasada budowy algorytmu

Rozważany algorytm korekcji błędów statycznych zbudowany jest na zasadzie odtwarzania [1]. Ogólna struktura toru pomiarowego może być w takim przypadku przedstawiona w sposób pokazany na rys. 1.



Rys.1. Struktura toru pomiarowego z odtwarzaniem Fig.1. Structure of the reconstructing measurement chain

Realizacja procesu pomiaru z wykorzystaniem odtwarzania odbywa się dwuetapowo. W pierwszej fazie wielkość mierzona x jest przetwarzana na wielkość wyjściową y. W drugiej fazie realizowane jest odtwarzanie polegające na wyznaczeniu oceny wielkości wejściowej x przetwornika na podstawie wyników pomiaru jego wielkości wyjściowej y. Przyjmując, że przetwarzanie opisuje zależność

$$y = f(x), \tag{1}$$

to odtwarzanie polega na rozwiązaniu odwrotnego równania przetwarzanie

$$\mathbf{x} = \mathbf{F}(\mathbf{y}) , \qquad (2$$

gdzie F jest funkcją odwrotną do f.

Wynik kolejnej realizacji przetwarzania i odtwarzania opisuje równanie otrzymane na podstawie zależności (1) i (2), zgodnie z którym zachodzi

$$\hat{\mathbf{x}} = \mathbf{F} \left[\mathbf{f}(\mathbf{x}) \right] = \mathbf{x}$$
, (3)

co oznacza, że tor pomiarowy z rys. 1 jako całość realizuje funkcję idealnego przetwornika pomiarowego. Można zatem powiedzieć, że błędy systematyczne powstałe w fazie przetwarzania zostały wyeliminowane z końcowego wyniku pomiaru w trakcie odtwarzania, co jest równoznaczne z ich korekcją zgodnie z tradycyjnym sposobem ujęcia tego problemu. Oznacza to, że procedury odtwarzania mogą być użyte do korekcji błędów systematycznych.

Powyższą ideę budowy algorytmów korekcji na zasadzie odtwarzania można również wykorzystać w przypadku, gdy własności przetwornika modelowane są funkcją wielowymiarową uwzględniającą oddziaływanie wielkości wpływających na proces pomiaru. Korekcja polega w takim przypadku na rozwiązywaniu wielowymiarowej odwrotnej funkcji przetwarzania dla znanych wartości wielkości wpływających i wielkości wyjściowej. W artykule przedstawiono wyniki analizy własności algorytmu korekcji dla funkcji dwuwymiarowej, czyli obejmującej wielkość wyjściową i jedną wielkość wpływającą, ponieważ wyniki analizy dają się łatwo przenosić na modele o większej liczbie zmiennych. W konstrukcji algorytmu korekcji należy wyróżnić dwa istotne elementy. Pierwszym jest odwzorowanie odwrotnej funkcji przetwarzania w pamięci mikroprocesora, drugim sama procedura korekcji polegająca na wykonywaniu szeregu działań arytmetycznych na podstawie danych pomiarowych i przechowywanych w pamięci parametrów odwzorowania. Sposób realizacji obydwu tych elementów rzutuje na dokładność i szybkość realizacji korekcji przez mikroprocesor. W opisanej dalej metodzie przyjmuje się, że odwrotna funkcja przetwarzania odwzorowywana jest w pamięci przez swoje rozwiązania w wybranych, równo oddalonych punktach (węzłach), natomiast między węzłami reprezentowana jest za pomocą odcinków linii prostej. Pozwala to na uzyskanie stosunkowo krótkich czasów realizacji samej procedury korekcji, co ma istotne znaczenie w przypadku stosowania korekcji w przyrządach mikroprocesorowych pracujących na bieżąco.

W dalszych rozważaniach przyjęto, że znany jest analityczny zapis iunkcji odwrotnej. W praktyce nie jest to konieczne, na co wskazują prace [2], [3]. Natomiast. jeżeli układ przetwornik-korektor ma być narzędziem pomiarowym, muszą być spełnione dwa podstawowe wymagania. Po pierwsze funkcja odwrotna musi być jednoznaczna, tzn. dla każdej kombinacji wartości wielkości wyjściowej i wielkości wpływających uzyskuje się tylko jedną ocenę wielkości wejściowej. Po drugie przebieg odwrotnej funkcji przetwarzania musi być taki, aby po jej odwzorowaniu w pamięci w postaci odcinkowo-liniowej oceny uzyskiwane w wyniku realizacji procedury korekcji nie były obarczone błędem większym od dopuszczalnego.

Odwzorowanie odwrotnej funkcji przetwarzania w pamięci mikroprocesora

Załóżmy, że odwrotna funkcja przetwarzania, opisująca statyczne własności przetwornika, ma ogólną postać

$$\mathbf{x} = \mathbf{F}(\mathbf{y}, \mathbf{w}) , \qquad (4)$$

gdzie x jest wielkością wejściową przetwornika pomiarowego, y jego wielkością wyjściową, natomiast w wielkością wpływającą.

Najprostszy sposób dyskretnego odwzorowania zależności funkcyjnej w pamięci mikroprocesora polega na zapamiętaniu rozwiązań w wybranych równo oddalonych punktach (węzłach). Współrzędne kolejnych węzłów określone są przez ciąg wartości węzłowych zmiennych niezależnych:

$$y_{(1)}, y_{(2)}, ..., y_{(n_i)}, y_{(N_i)},$$
 (5)

$$w_{(1)}, w_{(2)}, ..., w_{(n)}, y_{(N)},$$
 (6)

gdzie N_y oznacza liczbę węzłów zmiennej y, N_y liczbę węzłów zmiennej w. Odległości między węzłami są w takim przypadku stałe i wynoszą odpowiednio:

$$\Delta y_{m} = y_{0}(n + 1) - y_{0}(n)$$
 (7)

$$\Delta w = w (n + 1) - w (n), \qquad (8)$$

niezależnie od wartości współrzędnych wezła n , n .

W opisywanej metodzie wyznaczanie wartości funkcji leżących między węzłami odbywa się na zasadzie aproksymacji odcinkowo-liniowej. Dla powyższego sposobu odwzorowania nachylenia odcinków aproksymujących oblicza się na podstawie sąsiednich wartości węzłowych funkcji zgodnie z zależnościami:

$$S_{w}[n,n] = \frac{x \left[y(n,y),w(n,y+1)\right] - x \left[y(n,y),w(n,y)\right]}{\Delta w}.$$
 (10)

Opisany sposób obliczania nachyleń odcinków aproksymujących ma wiele wad. Najistotniejsza z nich związana jest ze sposobem identyfikacji odwrotnej funkcji przetwarzania. Z reguły nie jest znany opis analityczny tej funkcji, natomiast dysponuje się jedynie zbiorem wyników pomiarów w pewnych punktach nie zawsze pokrywających się z równomiernie rozłożonymi wartościami węzłowymi. W takiej sytuacji odwzorowywanie funkcji odwrotnej w pamięci mikroprocesora polega na wyznaczaniu zarówno jej wartości wezłowych, jak i nachyleń odcinków aproksymujących przy użyciu kryteriów minimalizujących błędy odwzorowania. Wówczas oprocz przechowywania rozwiązan funkcji w węzłach należy również przechowywać w pamięci wyznaczone wartości nachyleń.

Reasumując powyższe rozważania, można stwierdzić, że w rozpatrywanej sytuacji istnieją dwa podstawowe sposoby odwzorowania funkcji odwrotnej. Pierwszy sprowadza się do przechowywania rozwiązań funkcji w wezłach i założeniu, że nachylenia odcinków aproksymujących są obliczane na podstawie tych wartości. Drugi sposób cechuje to, że oprócz pamiętania rozwiązań w węzłach, pamiętane są dla każdego wezła również nachylenia odcinków aproksymujących. W obu sytuacjach funkcja dwuwymiarowa jest aproksymowana między wezłami za pomocą (N-1) (N-1) płaszczych rozpiętych na odpowiednich odcinkach aproksymujących Zależności te mogą być w prosty sposób przeniesione na funkcje o większej liczbie zmiennych.

3. Procedura korekcji

Zakładając istnienie w pamięci mikroprocesora odwzorowania odwrotnej funkcji przetwarzania, zapis numerycznych operacji korekcji można przedstawić następująco [1]:

$$\hat{\mathbf{x}} = \hat{\mathbf{x}} + \mathbf{S} \Delta \mathbf{y} + \mathbf{S} \Delta \mathbf{w} , \qquad (11)$$

gdzie x jest oceną wartości funkcji F(y,w) w wężle, zatem dla znanej jej postaci analitycznej zachodzi

$$x = F(y, w)$$
, (12)

natomiast

$$\Delta y = \bar{y} - y \tag{13}$$

$$\Delta w = \tilde{w} - w_{j}, \qquad (14)$$

są odległościami wyników pomiarowych y, w od odpowiednich wartości wezłowych y , w

W celu wykonania operacji opisanych równaniem (11) konieczne jest wykonanie szeregu działań, które łącznie z operacjami numerycznymi tworzą procedurę korekcji. Realizowana jest ona w trzech krokach polegających na:

- 1° wyznaczeniu wartości węzłowych y, w oraz odległości Δy, Δw na podstawie uzyskanych wyników pomiarowych y, w,
- 2° odszukaniu w pamięci mikroprocesora współczynników modelu (wartości funkcji w wężle oraz ewentualnie wartości nachyleń) dla wyznaczonych wartości węzłowych,
- 3° wyznaczeniu oceny wartości wielkości wejściowej x zgodnie ze wzorem (11).

W wyniku powyższych działań uzyskuje się ocenę x wartości wielkości wejściowej x. Przedmiotem dalszych rozważań jest określenie czasochłomności realizacji procedury korekcji w powiązaniu z wielkością obszaru pamięci koniecznej do przechowania współczynników modelu.

00

4. Podstawowe parametry algorytmu

4.1. <u>Współzalezność błędu modelowego i własności funkcjonalnych</u> algorytmu

Ocena przydatności algorytmu w konkretnych sytuacjach pomiarowych wymaga określenia jego dokładności oraz parametrów funkcjonalnych, takich jak obszar zajmowanej pamięci i czas realizacji przez mikroprocesor. Na wypadkową dokładność algorytmu ma wpływ wiele czynników związanych zarówno z błędami własnymi algorytmu, jak i przenoszeniem błędów z wejścia na wyjście algorytmu. Czynniki te poddano analizie w pracy [1]. W tym miejscu zostanie rozpatrzona jedynie jedna składowa błędu końcowego algorytmu, mianowicie tzw. błąd modelowy. Błąd ten jest jednym z podstawowych parametrów algorytmu, określa bowiem dokładność odwzorowania w pamięci mikroprocesora idealnej funkcji przetwarzania. Innymi słowy wskazuje, jak dokładne jest odwzorowanie odcinkowo-liniowe w stosunku do idealnej funkcji przetwarzania. Błąd modelowy jest bezpośrednio związany z liczbą wezłów, od której z kolei zależy obszar pamięci zajęty przez odwzorowanie modelu przetwornika. Rozpatrując zatem własności funkcjonalne algorytmu, należy to re'ić łącznie z błędem modelowym.

4.2. Blad modelowy

Błąd modelowy jest wynikiem uproszczeń dokonywanych w trakcie odwzorowywania w pamięci mikroprocesora charakterystyki przetwornika Wartość tego błędu w dowolnym punkcie charakterystyki równa jest odległości między tym punktem a płaszczyzną aproksymującą. Dla najprostszego przypadku, gdy płaszczyzna aproksymująca rozpięta jest na trzech sąsiednich węzłach, interpretacje błędu modelowego przedstawia rys. 2.

W celu oszacowania rzędu wartości błędu modelowego oraz zilustrowania jego zależności od liczby węzłów w dalszych rozważaniach przyjęto przykładową odwrotną funkcję przetwarzania w postaci:

 $x = y^2 + a w^2$, (15)

w przedziale zmienności argumentów: 0...1, gdzie a można interpretować jako parametr określający, w jakim stopniu wielkość wpływająca w oddziałuje na charakterystykę przetwornika. W tablicach 1 i 2 zestawiono maksymalne wartości błędu modelowego dla funkcji przykładowej w zależności od liczby weżłow oraz wartości współczynnika a.



Rys.2. Interpretacja graficzna bledu modelowego Fig.2. Graphic interpretation of the model error

Tablica 1

Maksymalne wartości względne błędu modelowego dla funkcji $x = y^2 + 0.1w^2$; $y \in (0,1), w \in (0,1)$.

Ny	· 8%					
	N = 4	N _v = 8	N = 16	N = 32	N _v = 64	
8	0.716	0.510	0.474	0.466	0.464	
16	0.354	0.147	0.111	0.103	0.102	
32	0.276	0.070	0.034	0.026	0.024	
64	0.258	0.052	0.016	0.008	0.006	
128	0.254	0.048	0.012	0.004	0.002	

N _y	63%					
	N _J = 4	N = 8	N_ = 16	N = 32	N = 64	
8	0.555	0.510	0.502	0.501	0.500	
16	0.163	0.119	0.111	0.109	0.109	
32	0.080	0.036	0.028	0.026	0.026	
64	0.061	0.018	0.008	0.007	0.006	
128	0.056	0.012	0.004	0.002	0.002	

Maksymaine wartości względne błędu modelowego dla funkcji $x = y^2 + 0.02w^2$; $y \in (0,1)$. $w \in (0,1)$

Z powyższych danych wynika dość oczywisty wniosek, że w celu uzyskania bardziej dokładnego odwzorowania należy zwiększyć liczbę węzłów. Wiąże się to z koniecznością przeznaczenia większego obszaru pamięci na przechowywanie odwzorowania modelu przetwornika. Możliwe jest również zmniejszanie dla określonej liczby węzłów wartości błędu modelowego drogą przemieszczenia płaszczyzny aproksymującej. Można tak dobrać przesunięcie płaszczyzny aproksymującej, aby maksymalna i minimalna wartość błędu modelowego były sobie równe. Otrzymuje się wówczas dla tej samej liczby węzłów bezwzględną wartość błędu modelowego mniejszą o połowę. W tym celu można również stosować kryteria minimalizujące wartość błędu w obrębie węzła bądz symetryzujące wartości maksymalnych i minimalnych błędów modelowych Zabiegi te pozwalają na około dwukrotne zmniejszenie maksymalnego błędu modelowego

4.3. <u>Obszar pamięci potrzebny na przechowywanie współczynników</u> modelu

W przypadku programowego obliczania nachyleń S., S zgodnie z wyrazeniami (9) i (10) w pamięci mikroprocesora przechowywana jest jedyme siatka ocen wezłowych x. Zakładając, że są to wartości 16-bitowe, ogólny obszar pamięci potrzebny do przechowania parametrów odwzorowania modelu wynosi w takim przypadku 2N N bajtów. Przykładowo dla funkcji przetwarzania opisanej zależnościa (15) dla a = 0.1 oraz błedu modelowego nie wiekszego niż 0.1% całkowity obszar pamięci potrzebny do przechowania współczynników modelu wynosi $2\cdot32\cdot8 = 512$ bajtów.

bla drugiego sposobu odwzorowania dla każdego wezła są przechowane 3 wielkości: x_0 , S_1 i S. W tym przypadku pamięć współczynników modelu zostaje powiekszona o obszar zajmowany przez nachylenia S. W tablicy 3 zestawiono wielkość tego obszaru w zależności od długości słowa przechowywanych wartości nachyleń (8- lub 16-bitów).

Tablica 3

e	S _y		
3.v	8-bit	16-bit	
8 bit	2N N	эN N	
16 bit	эN _y N _y	4N N	

Wielkość obszaru pamięci w zależności od długości słowa przechowywanych wartości nachyleń

O wymaganej reprezentacji bitowej nachyleń decyduje błąd spowodowany zaokrągleniem wartości nachylenia do określonej liczby bitów. W wyrażeniu (11) nachylenia występują w iloczynach z odpowiednimi odległościami od wezłów. Można zatem przyjąć, że liczba bitów nachylenia powinna być nie mniejsza niż liczba bitów, na których reprezentowana jest odpowiednia odległość od wezła. W takim przypadku błąd zaokrąglenia nachylenia nie przekracza błędu kwantowania związanego z cyfrowym pomiarem wielkości wyjściowej lub wpływającej.

Z powyższego rozumowania wynika wniosek, że dla rozpatrywanej procedury korekcji i założenia, że wielkość wyjściowa y jest mierzona 12-bitowym przetwornikiem A/C, praktyczna liczba wezłów dla zmiennej y (czyli N.) powinna wynosić co najmniej 16. Numer wezła jest określany wówczas na podstawie 4 najstarszych bitów wyniku przetwarzania A/C (procedure określania numeru wezła opisano w pracy [1]), natomiast 8 pozostałych bitów wyznacza odległość od tego wezła. Zmniejszenie liczby węzłów, nawet gdyby było uzasadnione ze względu na wymaganą dokładność odwzorowania, nie spowoduje istotnego zmniejszenia obszaru zajmowanej pamięci. Jest to spowodowane tym, ze nachylenie S powinno być wówczas reprezentowane na 9 bitach, co wymaga 2 bajtów pamięci.

Posługując się rozumowaniem podobnym do powyższego, można stwierdzić, że wynik pomiaru wielkości wpływającej w rozważanej przykładowej sytuacji nie musi być reprezentowany na więcej niż 8 bitach. Jak wynika z danych przytoczonych w tablicach 1 i 2, wpływ wielkości w na przebieg charakterystyki jest stosunkowo niewielki (podobnie jak to ma miejsce w praktyce), zatem i dokładność pomiaru tej wielkości może być odpowiednio mniejsza. Oznacza to również, że nachylenia S mogą być reprezentowane wartościami 1-bajtowymi.

Reasumując powyższe rozważania, można powiedzieć, że obszar pamięci potrzebny na przechowywanie współczynników odwzorowania funkcji dwuwymiarowej w przeciętnej sytuacji pomiarowej (N =16, N = 8) wynosi około (N N = 4+16+8 = 512 bajtów.

4.4. Czas realizacji procedury korekcji

Zgodnie z rozważaniami zawartymi w rozdziałe 3 procedurę korekcji można rozdzielić na trzy etapy. W dalszej części podano szacunkowe czasy realizacji każdego z tych etapów, przy założeniu że korekcja jest wykonywana przez przykładowe 8-bitowe mikroprocesory Z80B oraz Intel 8051. Ponadto przyjęto następujące założenia:

- częstotliwość zegara dla Z80B : 6MHz.
- częstotliwość zegara dla Intel 8051 : 12MHz,
- liczba bitów przetwarzania A/C : 12,
- liczba węzłów wielkości wyjściowej y : N = 16,
- liczba węzłów wielkości wpływającej w : N = 8.

W celu realizacji pierwszego kroku polegającego na wyznaczaniu wartości wezłowych y , w oraz odległości wyników pomiarowych od węzłów Δy , Δw konieczne są:

- 4 operacje odczytu z układu WE/WY (przetwornik A/C),

- 12 operacji przesłań,

6 operacji logicznych.

Łączne czasy ich wykonania dla Z808 oraz Intela 8051 wynoszą odpowiednio 40µs oraz 58µs.

W drugim kroku należy odszukać w pamięci współczynniki modelu, co wymaga:

- 2 operacji dodawania liczb 16-bitowych,

- 8 operacji przesłań.

Czasy ich realizacji wynoszą: 38µs dla Z808 oraz 78µs dla Intela 8051.

W ostatnim etapie polegającym na wykonaniu działań związanych z obliczeniem oceny z zgodnie ze wzorem (11) konieczne są:

- 2 operacje dodawania liczb 16-bitowych,

- 2 operacje množenia liczby 16-bitowej i 8-bitowej.

Czasy wykonania powyższych działań dla Z80B oraz Intel 8051 wynoszą odpowiednio 185µs oraz 143µs.

W przypadku programowego obliczania nachyleń dochodzą dodatkowo:

- 2 operacje odejmowania liczb 16-bitowych,

dzielenie liczby 16-bitowej przez 2⁸

- dzielenie liczby 16-bitowej przez 2°,

ktore wymagają 80µs dla 280B oraz 170µs dla Intela 8051.

Uwzględniając powyższe dane, całkowity czas realizacji procedury korekcji dla Z808 można oszacować na około 260µs. natomiast dla Intela 8051 na około 280µs Gdy obliczanie nachvleń dokonywane jest programowo, czasy te wzrastają odpowiednio do 320µs i 450µs. Oznacza to, że maksymalna możliwa czestotliwość repetycji pomiarów przy zastosowaniu opisanego algorytmu 1 użychu mikroprocesorów 8-bitowych jest rzędu kilku kHz

5. Uwagi koncowe

Przedstawiona w artykule analiza funkcjonalnych własności dwuwymiarowego algorytmu korekcji błędów statycznych ma na celu przede wszystkim dostarczenie podstawowych danych, które pozwolą na oszacowanie w konkretnej sytuacji pomiarowej takich parametrów algorytmu, jak zajętość pamięci oraz maksymalna osiągalna częstotliwość repetycji pomiarów. Analizę metrologicznych własności algorytmu zawiera praca [1], natomiast opis praktycznych zastosowań algorytmu przedstawiono w pracach [2] i [3].

Z przytoczonych w artykule danych wynika, że obszar pamięci potrzebny na przechowywanie parametrów odwzorowania charakterystyki przetwornika jest stosunkowo niewielki. Można wręcz powiedzieć, że dla współczesnego poziomu rozwoju technologii pamięci trwałych jest on praktycznie nieistotny. Wypływa stąd wniosek, że celowe jest skracanie czasu realizacji algorytmu kosztem powiększania obszaru zajmowanej pamięci. Zatem również z tego punktu widzenia nie jest celowe obliczanie nachyleń w trakcie realizacji algorytmu, lecz przechowywanie ich wartości w pamięci.

Czas realizacji procedury korekcji w rozpatrywanych warunkach wynosi około 300µs. Oznacza to, że maksymalna częstotliwość repetycji pomiarów realizowanych za pomocą przykładowego przetwornika z programową korekcją dwuwymiarową jest rzędu kilku kHz. Czas realizacji korekcji rośnie w przybliżeniu proporcjonalnie do liczby wielkości wpływających uwzględnionych w modelu przetwornika.

LITERATURA

- [1] Jakubiec J.: Bieżące programowe odtwarzanie wartości chwilowych dynamicznych przebiegów wejściowych nieliniowych przetworników pomiarowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Elektryka z. 111. Gliwice 1988.
- [2] Roj J.: Przyrząd mikroprocesorowy do pomiaru przemieszczeń liniowych w zakresie 0 ÷ 10mm. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Elektryka z. 119, Gliwice 1991.
- [3] Widera G.: Programowa korekcja błędów temperaturowych pojemnościowego przetwornika przemieszczenia liniowego. Praca dyplomowa. Instytut Metrologii i Automatyki Elektrotechnicznej Politechniki Śląskiej. Gliwice 1991

Recenzent: Prof. dr hab inz. Zygmunt Kusmierek

Wpłynęło do Redakcji dnia 2 grudnia 1991 r

FUNCTIONAL PROPERTIES OF TWO-DIMENTIONAL CORRECTION ALGORITHM OF STATIC ERRORS USED IN INTELIGENT INSTRUMENTS

Abstract

One of the methods of static errors correction of a measuring transducer is based on the principle of reconstruction shown in figure 1 and described by formula (3). Using the inverse transfer functiom representation in segment-linear form the correction algorithm (11) of short time realization by microprocessor is obtained which it is possible to assume a multidimentional model of a transducer taking into account both nonlinearity of its characteristics and influence of quantities interaction. The results of the analysis of the realization time and the memory range of two-dimentional algorithm, assuming that we know the analytic form of the inverse transfer function in the from of (15), have been presented. In table 3 formulae which allow to estimate the necessary memory range depending on the required accuracy of representation described by a model error defined in figure 2, have been shown. The realization time of the correction algorithm has been determined for two types of 8-bits microprocessors: 280B and Intel 8051, assuming that the results of the measuring of output and imput quantities values are obtained from 12-bits A/D transducer.