



УКРАЇНА

(19) UA (11) 55643 (13) A

(51) 7 G06F15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ УЗАГАЛЬНЕННЯ ЛІНІЙНОГО ІНТЕГРО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ НЕЧІТКИХ ТА СТОХАСТИЧНИХ РУХІВ**

1

2

(21) 2002032194

(22) 19 03 2002

(24) 15 04 2003

(46) 15 04 2003, Бюл. № 4, 2003 р.

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для узагальнення лінійного інтегро-диференціального перетворення нечітких і стохастичних даних, що містить генератор тактових імпульсів і лічильник, вхід якого з'єднаний із виходом генератора тактових імпульсів, два блока множення і блок пам'яті, який відрізняється тим, що в пристрій введено блок вибору адреси, блок керування, блок інтегрування, схема заміщення змінної, комутатор, блок розрахунку аргументу, причому перший вихід лічильника під'єднаний до другого входу блока розрахунку аргументу, вихід якого під'єднаний до керуючого входу схеми заміщення змінної, виходи схеми заміщення змінної під'єднані до першої групи входів комутатора, ви-

ходи якого під'єднані до першої групи входів першого блока множення, виходи першого блока множення під'єднані до другого блока множення, керуючий вхід якого під'єднаний до п'ятого виходу блока керування, а виходи другого блока множення під'єднані до входів блока інтегрування, виходи якого під'єднані до першої групи входів блока пам'яті, виходи блока пам'яті під'єднані до другої групи входів комутатора, керуючий вхід якого під'єднаний до першого виходу блока керування, другий вихід блока керування під'єднаний до входу блока генератора тактових імпульсів, другий вихід лічильника під'єднаний до входу блока вибору адреси, виходи якого під'єднані до першої групи керуючих входів блока інтегрування, другий керуючий вхід блока інтегрування під'єднаний до четвертого виходу блока керування, третій вихід блока керування під'єднаний до керуючого входу блока пам'яті, перший вхід блока керування під'єднаний до третього виходу лічильника

Вінахід відноситься до обчислювальної техніки і може бути використаний для узагальнення лінійного інтегро-диференціального перетворення нечітких і стохастичних даних

Відомий пристрій для обчислення згортки функцій (А С №686038 G06g 7/19), що містить розподільник, суматор, блок перетворення частоти, масштабний блок і блоки пам'яті по числу блоків множення

Недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє узагальнювати лінійне інтегро-диференціальне перетворення нечітких і стохастичних даних, тому що не містить елементів, що забезпечують визначення аргументів функцій, над якими виконується операція згортки, при лінійному інтегро-диференціальному перетворенні нечітких і стохастичних даних

Відомий пристрій для моделювання випадкових процесів (А С №385285 G06f 15/36), що містить центральний процесор, АЗП, блок керування розподілом неоднозначної відповіді і датчик випадкових чисел

Недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє узагальнювати лінійне інтегро-диференціальне перетворення нечітких даних

Найбільш близьким по технічній суті до запропонованого винаходу є пристрій для визначення значень функції належності (А С №1317454 БИ №4 1992г, МКИ G06F 15/36), що містить генератор тактових імпульсів, два лічильники, два блоки для визначення значень функції належності, два блока множення, блок порівняння, елемент І, блок пам'яті, генератор пачок імпульсів, блок пам'яті значень носія нечіткого відношення й елемент затримки причому вихід першого лічильника з'єднаний із першим входом першого блока множення і з входом першого блока визначення значень функції належності, вихід якого з'єднаний із першим входом другого блока множення, вхід генератора тактових імпульсів з'єднаний із виходом переповнення першого лічильника, а вихід - із входом установки в "0" другого лічильника і входом запуску генератора пачок імпульсів, вихід якого з'єднаний із лічильником входу другого лічильника і че-

(13) A

(11) 55643

(19) UA

рез елемент затримки - із першим входом елемента І, вихід другого лічильника з'єднаний з адресним входом блока пам'яті значень носія нечіткого відношення, вихід якого з'єднаний із другим входом першого блока множення і входом другого блока визначення функції належності, вихід якого з'єднаний із другим входом другого блока множення, вихід якого з'єднаний із першим виходом блока порівняння й інформаційного входу блока пам'яті, адресний вхід і вихід якого з'єднані відповідно з виходом першого блока множення і другим входом блока порівняння, вихід якого з'єднаний із другим входом елемента І, вихід якого з'єднаний з входом дозволу запису-зчитування блока пам'яті. Відомий пристрій забезпечує визначення функції належності результату нечіткого алгебраїчного перетворення нечіткого даного шляхом виконання операцій множення та пошуку максимуму.

Недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє узагальнювати лінійне інтегро-диференціальне перетворення нечітких і стохастичних даних, так як не містить елементів, що забезпечують визначення аргументів та багатократне інтегрування, необхідні для визначення узагальнюючої функції інтегро-диференціального перетворення нечітких і стохастичних даних.

В основу даного винаходу поставлено задачу створення пристрою для узагальнення лінійного інтегро-диференціального перетворення нечітких і стохастичних даних, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними досягається узагальнення лінійного інтегро-диференціального перетворення нечітких і стохастичних даних, що призводить до розширення функціональних можливостей.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій, що містить генератор тактових імпульсів і лічильник, вхід якого з'єднаний із виходом генератора тактових імпульсів, два блока множення і блок пам'яті, введено блок вибору адреси, блок керування, блок інтегрування, схема заміщення змінної, комутатор, блок розрахунку аргументу, причому перший вихід лічильника під'єднаний до другого входу блока розрахунку аргументу, вихід якого під'єднаний до керуючого входу схеми заміщення змінної, виходи схеми заміщення змінної під'єднані до першої групи входів комутатора, виходи якого під'єднані до першої групи входів першого блока множення, виходи першого блока множення під'єднані до другого блока множення, керуючий вхід якого під'єднаний до п'ятого виходу блока керування, а виходи другого блока множення під'єднані до входів блока інтегрування, виходи якого під'єднані до першої групи входів блоку пам'яті, виходи блоку пам'яті під'єднані до другої групи входів комутатора, керуючий вхід якого під'єднаний до першого виходу блока керування, другий вихід блока керування під'єднаний до входу блока генератора тактових імпульсів, другий вихід лічильника під'єднаний до входу блока вибору адреси, виходи якого під'єднані до першої групи керуючих входів блока інтегрування, другий керуючий вхід блока інтегрування під'єднаний до четвертого виходу блока керування, третій вихід блока керування під'єднаний до керуючого входу блока пам'яті, перший вхід блока керування під'єд-

наний до третього виходу лічильника.

Позитивний ефект - узагальнення лінійного інтегро-диференціального перетворення нечітких і стохастичних даних, - досягається завдяки введенню в пристрій блока вибору адреси, блока керування, блока інтегрування, схеми заміщення змінної, комутатора блоку розрахунку аргументу. В результаті пристрій дозволяє визначити узагальнюючу функцію лінійного інтегро-диференціального перетворення нечіткого і стохастичного даних.

Для стохастичного X узагальнююча функція збігається за властивостями із щільністю (диференціальним законом) розподілу ймовірностей

$$\beta(x) = f(x),$$

Для нечіткого X , значення якого задається функцією належності

$$\beta(x) = \alpha(x)$$

де $\alpha(x)$ - нормована функція належності

$$\alpha(x) = \frac{\alpha(x)}{\int_x \alpha(x) dx}$$

з операцією диз'юнкції

$$\alpha\{x \in \{x_1, \bar{x}_1\} \cup \{x_2, \bar{x}_2\}\} = \alpha\{x \in \{x_1, \bar{x}_1\}\} + \alpha\{x \in \{x_2, \bar{x}_2\}\}$$

і операцією кон'юнкції

$$\alpha\{x_1 \in \{x_1, \bar{x}_1\} \cap \{x_2, \bar{x}_2\}\} = \alpha\{x_1 \in \{x_1, \bar{x}_1\}\} + \alpha\{x_2 \in \{x_2, \bar{x}_2\}\} \mu^R$$

де μ^R - характеристика взаємозв'язку нечітких змінних x_1 і x_2 .

Узагальнюючу функцію $\beta(x)$ можна охарактеризувати початковими і центральними моментами і пов'язаними із ними характеристиками

$$\text{Перший початковий момент } m_x = \int_{-\infty}^{+\infty} x \beta(x) dx$$

$$\text{Другий початковий момент } m_{x^2} = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \beta(x) dx$$

Другий центральний момент

$$D_x = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - m_x)^2 \beta(x) dx$$

Другий змішаний центральний момент

$$R_{x_1, x_2} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} (x_1 - m_{x_1})(x_2 - m_{x_2}) \beta(x_1, x_2) dx_1 dx_2$$

Доведено, що узагальнююча функція лінійного інтегро-диференціального перетворення розраховується за формулою (Дубовой В М., Глонь О В. Обработка результатов косвенных измерений при нечетко заданных параметрах, Научные труды КГПУ, Вып 2/2000(9), 262 – 265с)

$$\beta_y(y) = \varphi^{(n)} \beta_x(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} \beta_x(x_n - m_x^{(n)}(t)) \varphi^{(n)}(x_n, y, \omega) dx_n,$$

де

$$\varphi^{(n)}(x, y, \omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \prod_{i=1}^{n-1} \beta_{x_i}(x_i - m_{x_i}^{(i)}) \delta\left[y - (1-a)m_y^1 - a \sum_{i=1}^{n-1} x_{n-1}(t-i)\varphi(t-\tau)\right] dx_1 \dots dx_{n-1}$$

$$a = \sqrt{\frac{D_X^{(2)}}{\tau D_X^{(2)} \sum_{i=1}^{n-1} g_0^2(i\tau)}},$$

$$g_0(i\Delta\tau) = \frac{1}{\Delta\tau} \int_{i\Delta\tau}^{(i+1)\Delta\tau} g(\tau) d\tau,$$

$$n = \text{ent} \left[\frac{T_{pr}}{\Delta\tau} \right] + 1,$$

$$\Delta\tau = \frac{\pi G_{X,X_{MAX}}}{\int_0^{\infty} G_{X,X}(\omega) d\omega} = \frac{G_{X,X_{MAX}}}{D_X^{(2)}},$$

$$T_{pr} = \frac{\pi W_{max}}{\int_0^{\infty} W(\omega) d\omega},$$

Результат узагальнення лінійного інтегро-диференціального перетворення стохастичного і нечіткого даних може бути інтерпретований у залежності від мети подальшого використання і як нечіткий, і як стохастичний. При цьому обернене перетворення узагальнюючої функції у функцію належності виконується за правилом

$$a(x) = \beta(x) / \beta_{max}(x),$$

а в закон розподілу ймовірностей за правилом

$$f(x) = \frac{\beta(x)}{\int_x^x \beta(x) dx}$$

На кресленні зображена структурна схема пристрою для узагальнення лінійного інтегро-диференціального перетворення нечітких і стохастичних даних.

Пристрій містить генератор тактових імпульсів 1, лічильник 2, блок вибору адреси 3, блок розрахунку аргументу 4, блок керування 5, перший блок множення 6, схема заміщення змінної 7, комутатор 8, блок пам'яті 9, другий блок множення 10, інтегрування 11, причому вхід лічильника 2 з'єднаний із виходом генератора тактових імпульсів 1, перший вихід лічильника 2 під'єднаний до другого входу блока розрахунку аргументу 4, вихід якого під'єднаний до керуючого входу схеми заміщення змінної 7, виходи схеми заміщення змінної 7 під'єднані до першої групи входів комутатора 8, виходи якого під'єднані до першого блока множення 6, виходи першого блока множення 6 під'єднані до другого блока множення 10, керуючий вхід якого під'єднаний до п'ятого виходу блока керування 5, а виходи другого блока множення 10 під'єднані до входів блока інтегрування 11, виходи якого під'єднані до першої групи входів блоку пам'яті 9, виходи блоку пам'яті 9 під'єднані до другої групи входів комутатора 8, керуючий вхід якого під'єднаний до першого виходу блока керування 5, другий вихід блока керування 5 під'єднаний до входу блока генератора тактових імпульсів 1, другий вихід лічильника 2 під'єднаний до входу блока вибору адреси 3, виходи якого під'єднані до першої групи керуючих входів блока інтегрування 11, другий керуючий вхід блока інтегрування 11 під'єднаний до четвертого виходу блока керування

5, третій вихід блока керування 5 під'єднаний до керуючого входу блока пам'яті 9, перший вхід блока керування 5 під'єднаний до третього виходу лічильника 2.

Пристрій працює наступним чином.

Робота пристрою заснована на використанні узагальнюючої функції.

Нехай є неточно визначене дане x , яке задається або функцією належності (нечітке дане), або функцією розподілу ймовірностей (стохастичне дане). Над неточно визначеним даним x виконується лінійне інтегро-диференціальне перетворення, яке задається імпульсною перехідною функцією $g(\tau)$. Пристрій визначає результат лінійного інтегро-диференціального перетворення у вигляді узагальнюючої функції, яка може бути перетворена на функцію розподілу ймовірностей (стохастичний результат) або на функцію належності (нечіткий результат).

Узагальнюючу функцію на вході лінійного інтегро-диференціального перетворення $\beta_x(x)$ задають у вигляді n дискретних значень, пропорційних її значенням в точках дискретизації x_i . Вказані значення одночасно подають на відповідні входи схеми заміщення змінної 7 і на m других входів другого блока множення 5. На першу групу входів блока обчислення аргументу 4 одночасно подають значення, пропорційні постійним коефіцієнтам a_i , де $i=0, \dots, n$, що залежать від першого початкового моменту, другого центрального моменту і другого змішаного центрального моменту. Значення, пропорційне постійному коефіцієнту a_0 , надходять також на керуючий вхід другого блока множення 9. Значення, пропорційне n -постійному коефіцієнту, що дорівнює кількості циклів інтегрування, подається на керуючий вхід блока керування 5. На другий вхід блока 3 подається значення, яке формується генератором тактових імпульсів 1 і лічильником 2 і пропорційне поточним значенням x . На виході блока обчислення аргументу 4 формується значення, пропорційне значенням

$$a_0 - a_n \sum_{i=1}^{n-1} x_i b_i - (a_0 - a_n) m x$$

і подається на керуючий вхід схеми заміни змінної 6, на m інформаційних входів якої надходять значення, пропорційні $\beta_x(x)$. На виходах схеми заміщення змінної 7 формуються значення, пропорційні значенням

$$\beta_x \left[a_0 - a_n \sum_{i=1}^{n-1} x_i b_i - (a_0 - a_n) m x \right],$$

і подаються на першу групу входів комутатора 8. На другу групу входів комутатора 8 надходять значення, пропорційні значенням $\beta_x(x_{i-1})$. На керуючий вхід комутатора 8 подається значення, яке виробляється блоком керування 5, за допомогою якого під час першого циклу інтегрування перша група входів комутатора 8 під'єднується до першої групи входів першого блока множення 6, а під час наступних $(n-2)$ циклів інтегрування - під'єднання другої групи входів комутатора 8 до першої групи входів першого блока множення 6, на другу групу входів якого надходять значення, пропорційні $\beta_x(x)$. На n виходах першого блока множення формуються значення, пропорційні значенням

$$\beta_X(x_1 - a_1) \beta_X \left[a_0 - a_n \sum_{i=1}^{n-1} x_i b_i - (a_0 - a_n) m_X \right]$$

при першому циклі інтегрування, і значення, пропорційні значенням

$$a_0 \beta_X(x_1 - a_1) \int_{x_{n1}}^{x_{n2}} \beta_X(x_1 - a_1) \int_{x_{n1}}^{x_{n2}} \beta_X(x_1 - a_1) \beta_X \left[a_0 - a_n \sum_{i=1}^{n-1} x_i b_i - (a_0 - a_n) m_X \right] dt dt$$

при наступних циклах інтегрування, які подаються на n входів другого блока множення 10, де відбувається множення на постійний коефіцієнт, який дорівнює $a_0 dX_i/dt$. При першому циклі інтегрування

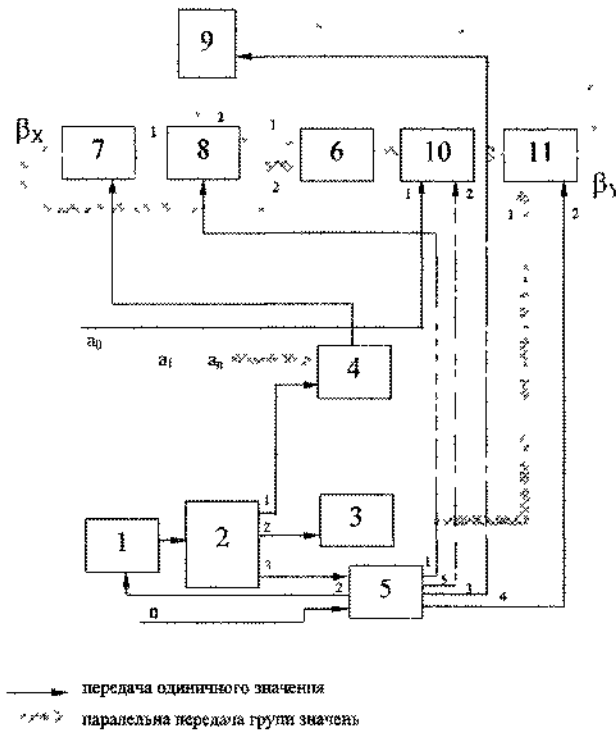
постійний коефіцієнт дорівнює $a_0 \frac{dX_i}{dt}$, а при наступних

$-\frac{dX_i}{dt}$. На перший керуючий вхід блока 9

подається значення, пропорційне a_0 , а на другий - значення, яке надходить з п'ятого виходу блока керування 5. На виходах другого блока множення 10 формуються значення, які подаються на n входів блока інтегрування 11. На керуючі входи блока інтегрування 11 подається значення, яке генерується блоком керування 5 та блоком вибору адреси 3, на вхід якого надходить значення з другого виходу лічильника 2, пропорційне поточним зна-

ченням x . З виходів блока інтегрування 11 значення подаються на входи блока пам'яті 9, яке керується значеннями, що генерують блок керування 5. При проходженні (n-1) циклів інтегрування на виході блока інтегрування 11 формуються значення, пропорційні значенням узагальнюючої функції $\beta(y)$ на виході лінійного інтегро-диференціального перетворення в і момент часу і запам'ятовуються у відповідних комірках блока 10. При проходженні повного циклу моделювання на виході блока інтегрування 11 формуються значення, пропорційні значенням узагальнюючої функції $\beta(y)$ на виході лінійного інтегро-диференціального перетворення, для дискретних значень t і квантових значень y .

Перевагою запропонованого пристрою перед прототипом є можливість узагальнення лінійного інтегро-диференціального перетворення нечіткого і стохастичного даних. У залежності від подальшого використання результат узагальнення можна представити у вигляді закону розподілу ймовірностей шляхом нормування узагальнюючої функції або у вигляді функції належності шляхом ділення на максимальне значення.



Фіг.