



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 53377

(13) A

(51) 7 G06F15/36

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**  
**ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ**  
**НА ВИНАХІД**Видається під  
відповідальність  
власника  
патенту**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ УЗАГАЛЬНЕННЯ НЕЛІНІЙНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ НЕЧІТКИХ ТА СТОХАСТИЧНИХ ДАНИХ**

1

2

(21) 2002053857

(22) 11 05 2002

(24) 15 01 2003

(46) 15 01 2003, Бюл. № 1, 2003 р.

(72) Дубовой Володимир Михайлович, Глонь Ольга Віталіївна

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для узагальнення нелінійного перетворення нечітких і стохастичних даних, що містить генератор тактових імпульсів і лічильник, вхід якого з'єднаний із виходом генератора тактових імпульсів, два блоки множення і блок пам'яті, який відрізняється тим, що в пристрій введено два блоки схем збігу, інтерполятор, блок обернення функцій, блок диференціювання, два джерела опорних значень, комутатор "n" входів на один вихід, комутатор один вхід на "n" виходів, причому вихід лічильника з'єднаний з входом блока обернення функцій та з першим входом другого блока

схем збігу, вхід та вихід інтерполятора з'єднані з керуючими входами блока обернення функцій, другий вихід блока обернення функцій з'єднаний з входом блока диференціювання та з другим входом першого блока схеми збігу, вихід блока диференціювання з'єднаний з входом першого блока множення, вихід якого з'єднаний з входом другого блока множення, вихід першого джерела опорних значень з'єднаний з першим входом першого блока схеми збігу, вихід якого з'єднаний з керуючим входом комутатора "n" входів на один вихід, вихід якого з'єднаний з входом другого блока множення, вихід другого блока множення з'єднаний з входом комутатора один вхід на "n" виходів, вихід якого з'єднаний з входом блока пам'яті, вихід другого джерела опорних значень з'єднаний з другим входом другого блока схеми збігу, вихід якого з'єднаний з керуючим входом комутатора один вхід на "n" виходів

Винахід відноситься до обчислювальної техніки і може бути використаний для узагальнення нелінійного перетворення нечітких і стохастичних даних

Відомий пристрій для обчислення згортки функцій (А С №686038 G 06 g 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 нелінійне перетворення нечітких і стохастичних даних, тому що не містить елементів, що забезпечують визначення аргументів функцій, над якими виконується операція згортки при нелінійному перетворенні нечітких і стохастичних даних

Відомий пристрій для моделювання випадкових процесів (А С №385285 G 06 f 15/36), що містить центральний процесор, АЗП, блок керування розподілом неоднозначної відповіді і датчик випадкових чисел

Недоліком даного пристрою є те, що він не до-

зволяє узагальнювати нелінійне 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 G 06 F 15/36), що містить генератор тактових імпульсів, два лічильники, два блоки для визначення значень функції належності, два блока множення, блок порівняння, елемент 1, 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 через елемент затримки - із першим входом

(13) A

(11) 53377

(19) UA

елемента 1, 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 другого входу блока порівняння, вихід якого з'єднаний із другим входом елемента 1, 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 вузькі функціональні можливості за рахунок того, що він не дозволяє узагальнювати нелінійне перетворення нечітких і стохастичних даних, так як не містить елементів, що забезпечують визначення обернених функцій та диференціювання, необхідні для визначення узагальнюючої функції нелінійного перетворення нечітких і стохастичних даних.

В основу даного винаходу поставлено задачу створення, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними досягається узагальнення нелінійного 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 два блока схем збігу, інтерполятор, блок обернення функцій, блок диференціювання, два джерела опорних значень, комутатор "n" входів на один вихід, комутатор один вхід на "n" виходів, причому вихід лічильника під'єднаний до входу блока обернення функцій та до першого входу другого блока схем збігу, вхід та вихід інтерполятора під'єднані до керуючих входів блока обернення функцій, другий вихід блока обернення функцій під'єднаний до входу блока диференціювання та до другого входу першого блока схеми збігу, вихід блока диференціювання під'єднаний до входу першого блока множення, вихід якого під'єднаний до входу другого блока множення, вихід першого джерела опорних значень під'єднаний до першого входу першого блока схеми збігу, вихід якого під'єднаний до керуючого входу комутатора "n" входів на один вихід, вихід якого під'єднаний до входу другого блока множення, вихід другого блока множення під'єднаний до входу комутатора один вхід на "n" виходів, виходи якого під'єднані до входів блока пам'яті, вихід другого джерела опорних значень під'єднаний до другого входу другого блока схем збігу, виходи якого під'єднані до керуючого входу комутатора один вхід на "n" виходів.

Позитивний ефект - узагальнення нелінійного перетворення нечітких і стохастичних даних, - досягається завдяки введенню в пристрій двох блоків схем збігу, функціонального перетворювача, блока обернення функцій, блока диференціювання, двох джерел опорних значень, комутатора

"n" входів на один вихід, комутатора один вхід на "n" виходів. В результаті пристрій дозволяє визначити узагальнюючу функцію нелінійного перетворення нечіткого і стохастичного даних.

Для стохастичного  $X$  узагальнююча функція  $\beta(x)$  збігається за властивостями із щільністю (диференціальним законом) розподілу ймовірностей  $f(x)$

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

Для нечіткого  $X$ , значення якого задається функцією належності  $\alpha_n(x)$

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

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

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

з операцією диз'юнкції

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

і операцією кон'юнкції

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

де  $\mu^R$  - характеристика взаємозв'язку нечітких змінних  $x_1$  і  $x_2$

Доведено, що узагальнююча функція 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)

$$\beta_Y(y) = \Phi_{XY}(\beta_X(\bar{x}), A, W) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \beta_X(\bar{x}) \Phi(x, y, A, W) d\bar{x}$$

де для нелінійного перетворення  $\Phi^{(1)}(x, x) = \delta[x - N(x)], n = 1$

Відомо (Пугачев В С Теория вероятностей и математическая статистика - М Наука, 1979), що для  $\delta$ -функції Дирака виконується співвідношення

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \delta[y - N(x)] dx = d[N^{-1}(y)]$$

де  $N^{-1}$  - позначення оберненої функції. Тоді

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \beta_X(x) \delta[y - N(x)] dx = \beta_X[N^{-1}(y)] \frac{dN^{-1}(y)}{dy}$$

Отже,

$$\beta_Y(y) = \left| \frac{d}{dy} N(y) \right| \beta_X[\hat{N}(y)],$$

де  $\hat{N}(y)$  - обернена функція нелінійного перетворення.

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

вилом

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

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 нелінійного перетворення нечітких і стохастичних даних

Пристрій містить генератор тактових імпульсів 1, лічильник 2, другий блок схем збігу 3, інтерполятор 4, блок обернення функцій 5, перший блок схем збігу 6, блок диференціювання 7, перший блок множення 8, другий блок множення 9, перше джерело опорних значень 10, комутатор "n" входів на один вихід 11, друге джерело опорних значень 12, комутатор один вхід на "n" виходів 13, блок пам'яті 14, причому вхід лічильника 2 з'єднаний із виходом генератора тактових імпульсів 1, вихід лічильника 2 під'єднаний до входу блока обернення функцій 5 та до першого входу другого блока схем збігу 3, вхід та вихід інтерполятора 4 під'єднані до керуючих входів блока обернення функцій 5, другий вихід блока обернення функцій 5 під'єднаний до входу блока диференціювання 7 та до другого входу першого блока схеми збігу 6, вихід блока диференціювання 7 під'єднаний до входу першого блока множення 8, вихід якого під'єднаний до входу другого блока множення 9, вихід першого джерела опорних значень 12 під'єднаний до першого входу першого блока схеми збігу 6, вихід якого під'єднаний до керуючого входу комутатора "n" входів на один вихід 11, вихід якого під'єднаний до входу другого блока множення 9, вихід другого блока множення 9 під'єднаний до керуючого входу комутатора один вхід на "n" виходів 13, виходи якого під'єднані до входів блока пам'яті 14, вихід другого джерела опорних значень 12 під'єднаний до другого входу другого блока схем збігу 3, виходи якого під'єднані до керуючого входу комутатора один вхід на "n" виходів

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 нелінійне перетворення, яке задається функцією нелінійного перетворення  $N(x)$  Пристрій визначає результат нелінійного 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 нелінійного перетворення  $\beta_x(x)$  задають у вигляді  $n$  дискретних значень, пропорційних значенням  $\beta_x(x_i)$  в точках дискретизації  $x_i$  Вказані значення одночасно подають на відповідні  $n$  входів комутатора "n" входів на один вихід 11 Функцію нелінійного перетворення  $N(x)$  задають у вигляді  $n$  дискретних

значень, пропорційних значенням  $N_x(x_i)$  в точках дискретизації  $x_i$  Вказані значення одночасно подають на відповідні  $n$  входів інтерполятора

На вхід блока обернення функцій 5 подають значення, що лінійно змінюється, яке формується за допомогою генератора тактових імпульсів 1 та лічильника 2 та є пропорційним значенням змінної  $y$  За допомогою блока обернення функцій 5 та інтерполятора 4, вхід і вихід якого під'єднані до керуючих входів блока 5, формується значення, пропорційне функції  $\dot{N}(y)$  Це значення подається на перший блок схем збігу 6, в якому поточне значення функції  $\dot{N}(y)$  порівнюється з опорним значенням, яке формується першим джерелом опорних значень 10 і пропорційними значеннями  $x_i$  При збігу значення, пропорційного поточним значенням функції  $\dot{N}(y)$ , з одним з опорних значень  $x_i$ , спрацьовує одна зі схем блока 6 та відбувається під'єднання відповідного входу комутатора 11 до входу другого блока множення 9 Таким чином, значення, пропорційне функції  $\beta_y(\dot{N}(y))$ , надходить на перший вхід блока 9, на другий вхід надходить значення, пропорційне  $\frac{d}{dy} \dot{N}(y)$ , яке формується за

допомогою блока диференціювання 7 та першого блока множення 8, в якому виконується множення

$$\text{на коефіцієнт } 1 \left| \frac{dy}{dt} \right.$$

При цьому виконується перетворення

$$\frac{d\dot{N}(y)}{dt} \frac{1}{\frac{dy}{dt}} = \frac{d\dot{N}(y)}{dy}$$

На виході другого блока множення 9 формується значення, пропорційне добутку двох функцій

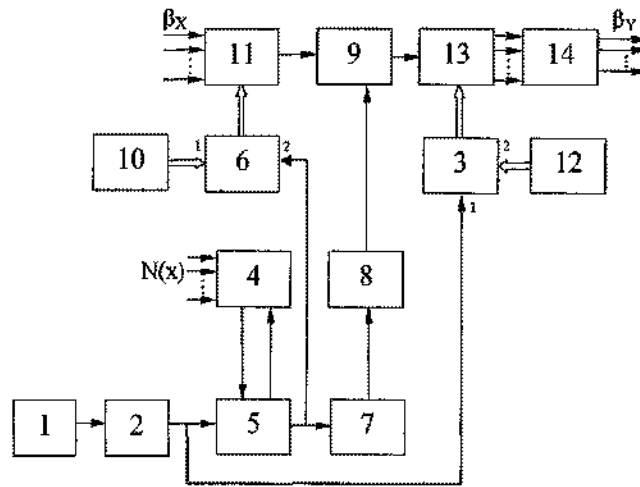
$$\frac{d\dot{N}(y)}{dy} \beta_x[\dot{N}(y)]$$

яке надходить на вхід комутатора один вхід на "n" виходів 13 Керування комутатором 13 здійснюється другим блоком схем збігу 3, в якому відбувається порівняння поточного значення  $y$  з опорними значеннями, які формує друге джерело опорних значень 12 та пропорційними дискретними значеннями аргументу  $y_i$  При збігу поточного значення  $y$  з одним з опорних значень  $y_i$ , спрацьовує одна зі схем збігу блока 3 та вхід комутатора 13 під'єднується до відповідного входу блока пам'яті 14, в якому запам'ятовується значення, пропорційне  $\beta_y(y_i)$  При проходженні повного циклу моделювання на  $n$  виходах блока пам'яті 14 формуються значення, пам'яті 14 формуються значення, пропорційні значенням узагальнюючої функції  $\beta_y(y)$  результату нелінійного перетворення для дискретних значень  $y$

Перевагою запропонованого пристрою перед прототипом є можливість узагальнення нелінійного перетворення нечіткого і стохастичного даних У залежності від подальшого використання результат узагальнення можна представити у вигляді

ді закону розподілу ймовірностей шляхом нормування узагальнюючої функції або у вигляді функції

належності шляхом ділення на максимальне значення



→ передача одного значення  
 ⇔ паралельна передача групи значень

Фіг.