



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46342 (13) A

(51) G 06F 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДВидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ УЗАГАЛЬНЕННЯ СУМИ НЕЧІТКИХ ТА СТОХАСТИЧНИХ ДАНИХ

1

2

(21) 2001064417

(22) 23 08 2001

(24) 15 05 2002

(46) 15 05 2002, Бюл. № 5, 2002 р.

(72) Дубовой Валерій Михайлович, Глонь Ольга Віталіївна

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для узагальнення суми нечітких і стохастичних даних, що містить генератор тактових імпульсів і лічильник, вхід якого з'єднаний із виходом генератора тактових імпульсів, перший і другий помножувачі, який відрізняється тим, що в пристрій введено два джерела опорних значень, два блоки схем збігу, комутатор "n" входів на один вихід і комутатор "n" входів на "n" виходів, блок лінійного перетворення, блок перемноження, блок інтегрування, причому вихід лічильника

під'єднаний до входу блока лінійного перетворення, вихід якого під'єднаний до керуючого входу другого блока схем збігу, виходи другого джерела опорних значень під'єднані до входів першого помножувача, виходи якого під'єднані до опорних входів другого блока схем збігу, виходи якого під'єднані до керуючих входів комутатора "n" входів на "n" виходів, під'єднаних до першого входу блока перемноження, виходи якого під'єднані до входів другого помножувача, виходи першого джерела опорних значень під'єднані до опорних входів першого блока схем збігу, керуючий вхід якого під'єднаний до виходу лічильника, виходи першого блока схем збігу під'єднані до керуючих входів комутатора "n" входів на один вихід, що під'єднаний до другого входу блока перемноження

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

Відомий пристрій для обчислення згортки функцій (А С №688038 G06g7/19), 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 суму нечітких і стохастичних даних, тому що не містить елементів, що забезпечують визначення суми нечітких і стохастичних даних

Відомий пристрій для моделювання випадкових процесів (А С №385285 G06f15/36), що містить центральний процесор, АЗП, блок керування розподілом неоднозначної відповіді і датчик випадкових чисел

Недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє узагальнювати суму нечітких і стохастичних даних

Найбільш близьким по технічній суті до запропонованого винаходу є пристрій для визначення значень функції належності (А С №1317454 від 24 05 85, МКИ G06F15/36), що містить генератор

тактових імпульсів, два лічильники, два блоки для визначення значень функції належності, два помножувача, 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 помножувача із входом першого блока визначення значень функції належності, вихід якого з'єднаний із першим входом другого помножувача, 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 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 помножувача і входом другого блока визначення функції належності, вихід якого з'єднаний із другим входом другого помножувача, 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

(13) A

(11) 46342

(19) UA

помножувача і другого входу блока порівняння, вихід якого з'єднаний із другим входом елемента І, вихід якого з'єднаний з входом дозволу запису-зчитування блока пам'яті

Недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє узагальнювати суму нечітких і стохастичних даних, так як не містить елементів, що забезпечують урахування параметрів розподілу ймовірностей стохастичного даного

В основу даного винаходу поставлено задачу створення пристрою для узагальнення суми нечітких і стохастичних даних, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними досягається узагальнення суми 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, перший і другий множиники, введено два джерела опорних значень, два блоки схем збігу, комутатор "n" входів на один вихід і комутатор "n" входів на "n" виходів, блок лінійного перетворення, блок перемноження, блок інтегрування, причому вихід лічильника під'єднаний до входу блока лінійного перетворення, вихід якого під'єднаний до керуючого входу другого блока схем збігу, виходи другого джерела опорних значень під'єднані до входів першого помножувача, виходи якого під'єднані до опорних входів другого блока схем збігу, виходи якого під'єднані до керуючих входів комутатора "n" входів на "n" виходів, під'єднаних до першого входу блока перемноження, виходи якого під'єднані до входів другого помножувача, виходи першого джерела опорних значень під'єднані до опорних входів першого блока схем збігу, керуючий вхід якого під'єднаний до виходу лічильника, виходи першого блока схем збігу під'єднані до керуючих входів комутатора "n" входів на один вихід, що під'єднаний до другого входу блока перемноження

Позитивний ефект - узагальнення суми нечітких і стохастичних даних, - досягається завдяки введенню в пристрій двох джерел опорних значень, двох блоків схем збігу, комутатора "n" входів на один вихід і комутатора "n" входів на "n" виходів, блока лінійного перетворення, блока перемноження, блока інтегрування. В результаті пристрій дозволяє визначити узагальнюючу функцію суми 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

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

і операцією кон'юнкції

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

де  $\mu^R$  - 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

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

Узагальнюючу функцію суми двох величин можна знайти із співвідношення

$$\beta_Y(y) = \int_{-\infty}^{+\infty} \beta_X(x, y - x) dx$$

Для визначення узагальнюючої функції результату підсумовування необхідно знайти вираз для двохмірної узагальнюючої функції початкових даних. Двохмірна узагальнююча функція може бути подана у вигляді

$$\beta_X(X_1, X_2) = \beta_X(X_1) \beta_{X_2}(X_2 / X_1)$$

де  $\beta_{X_2}(X_2 / X_1)$  - умовна узагальнююча функція  $X_2$  при заданому  $X_1$

Для наближеного визначення  $\beta_{X_2}(X_2 / X_1)$  використовуємо рівняння лінійної регресії

$$m_{X_2 / X_1} = m_{X_2} + r_{X_1 X_2} * \sqrt{\frac{D_{X_2}}{D_{X_1}}} * (X_1 - m_{X_1})$$

$$D_{\text{ост}} = D_{X_2} = (1 - r_{X_1 X_2}^2)$$

де  $D_{\text{ост}}$  - залишкова дисперсія  $X_2$

Таким чином, умовна узагальнююча функція  $X_2$  приблизно може бути знайдена з вихідної узагальнюючої функції  $\beta_{X_2}(X_2')$  шляхом зсуву на величину

$$b = m_{X_2 / X_1} - m_{X_2} = r_{X_1 X_2} \sqrt{\frac{D_{X_2}}{D_{X_1}}} (X_1 - m_{X_1})$$

і стиснення з коефіцієнтом

$$k = \frac{\sigma_{\text{ост}}}{\sigma_{X_2}} = \sqrt{\frac{D_{\text{ост}}}{D_{X_2}}} = \sqrt{1 - r_{X_1 X_2}^2}$$

тобто шляхом виконання лінійного перетворення

$$X_2 - m_{X_2 / X_1} = k(X_2' - m_{X_2})$$

Результат узагальнення суми 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

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

а в закон розподілу ймовірностей за правилом

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

На фіг зображена структурна схема пристрою для узагальнення суми нечітких і стохастичних даних

Пристрій містить генератор тактових імпульсів 1, лічильник 2, два джерела опорних значень 3 і 4, два блоки схем збігу 5 і 6, комутатор "n" вхідів на один вихід 7, комутатор "n" вхідів на "n" виходів 8, блок лінійного перетворення 9, два помножувача 10 та 11, блок перемноження 12, блок інтегрування 13, причому вихід лічильника під'єднан до входу блока лінійного перетворення вихід якого під'єднаний до керуючого входу другого блока схем збігу, виходи другого джерела опорних значень під'єднані до входів першого помножувача, виходи якого під'єднані до опорних входів другого блока схем збігу, виходи якого під'єднані до керуючих входів комутатора "n" вхідів на "n" виходів, під'єднаних до першого входу блока перемноження, виходи якого під'єднані до входів другого помножувача, виходи першого джерела опорних значень під'єднані до опорних входів першого блока схем збігу, керуючий вхід якого під'єднан до виходу лічильника, виходи першого блока схем збігу під'єднані до керуючих входів комутатора "n" вхідів на один вихід, що під'єднан до другого входу блока перемноження

Пристрій працює наступним чином

Робота пристрою заснована на використанні узагальнюючої функції

Диференціальну функцію розподілу ймовірностей  $f(x_2)$  і нормовану функцію належності  $\alpha_n(x_1)$  стохастичного  $x_2$  і нечіткого  $x_1$  даних відповідно, задають у вигляді "n" дискретних значень пропорційних їхнім значенням у точках дискретизації  $x_{1i}$  і  $x_{2j}$ . Зазначені значення подають одночасно відповідно на входи комутатора "n" вхідів на один вихід 7 і комутатора "n" вхідів на "n" виходів 8

На вхід блока лінійного перетворення 9 подають лінійно змінюючіся значення, що формується генератором тактових імпульсів 1 і лічильником 2, пропорційне поточним значенням  $x_1$ . За допомогою блока лінійного перетворення 9 формують значення, пропорційне функції, яка лінійно залежить від  $x_1$

$$a_1 x_1 + a_0,$$

яке подають на керуючий вхід другого блока схем збігу 6, у якому значення функції лінійно залежної від  $x_1$  порівнюють з опорними значеннями, одержуваними за допомогою другого джерела опорних значень 4 і множника 10, пропорційними

поточним значенням  $(a_2 y - x_2)$

Таким чином, на керуючі входи комутатора "n" вхідів на "n" виходів 8 надходять значення, що залишають усі ключі, координати котрих  $y_1$  і  $x_{2j}$  задовільняють співвідношенню

$$x_{2j} = a_2 y + a_1 x_1 + a_0$$

Тоді на виході комутатора "n" вхідів на "n" виходів 8 формують значення пропорційні значенням функції  $f(a_2 y + a_1 x_1 + a_0)$  - диференціальної функції розподілу ймовірностей стохастичного даного в точках дискретизації  $x_{2j}$ , які надходять на перший вхід блока перемноження 12. Лінійно змінюючіся значення, вироблюване генератором тактових імпульсів 1 і лічильником 2, пропорційне поточним значенням  $x_1$ , надходить на керуючий вхід першого блока схем збігу 5, у якому значення пропорційне поточному значенню  $x_1$  порівнюють з опорними значеннями, вироблюваними першим джерелом опорних значень 3, що надходять на опорні входи першого блока схем збігу 5 і пропорційних  $x_{1i}$ . При збігу значення пропорційного поточному значенню  $x_1$  з одним з опорних значень  $x_{1i}$ , відбувається спрацьовування однієї зі схем збігу першого блока схем збігу 5 і підключення відповідного входу комутатора "n" вхідів на один вихід 7 до другого входу блока перемноження 12

Таким чином, на другий вхід блока перемноження 12 надходить значення пропорційне функції  $a(x_{1i})$  - функції належності нечіткого даного. Тоді на виході блока перемноження 12 формують значення, пропорційне добутку двох функцій  $a(x_{1i}) * f(a_2 y + a_1 x_1 + a_0)$ , що надходить на вхід блока інтегрування 13, на виході якого формують значення пропорційне інтегралу від добутку двох функцій  $a(x_{1i}) * f(a_2 y + a_1 x_1 + a_0)$  по  $dt$

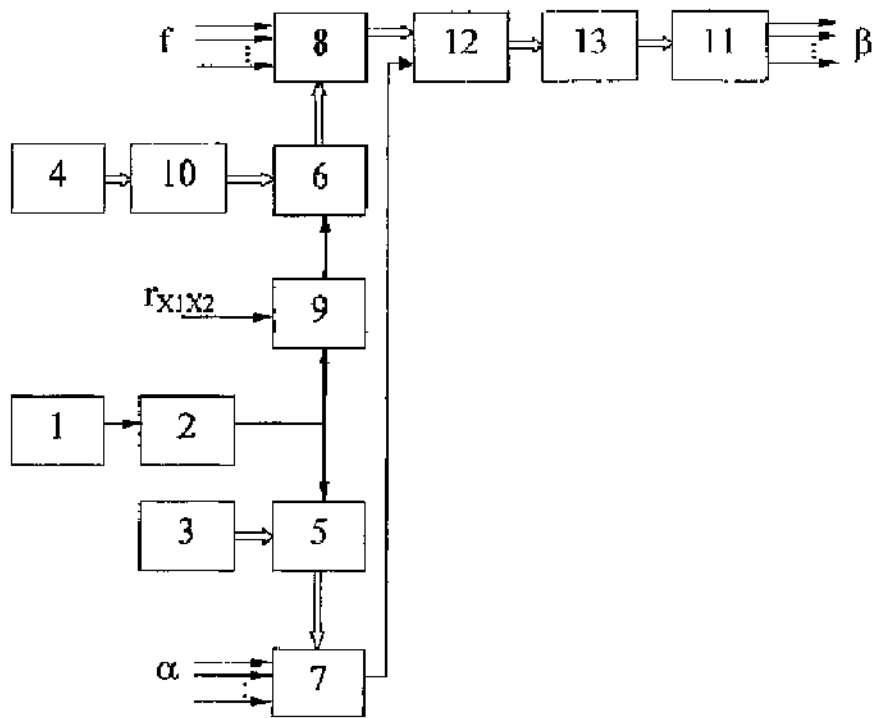
$$\int_0^T \alpha_n(x_{1i}) f(a_2 y + a_1 x_1 + a_0) dt$$

яке надходить на вхід другого множника 11, що множить на коефіцієнт рівний добутку  $k a_0$ , де

$$a_0 - \text{постійний коефіцієнт, } k = \frac{dx_1}{dt}$$

Тоді на виході другого множника 11, при проходженні повного циклу узагальнення, формують значення пропорційне значенням узагальнюючої функції суми нечіткого і стохастичного даних для дискретних значень  $\beta(y)$

Перевагою запропонованого пристрою перед прототипом є можливість узагальнення суми 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.

---

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)  
 вул. Сім'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна  
 (044) 456 – 20 – 90

---

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»  
 вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна  
 (044) 216 – 32 – 71