



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 56002

(13) A

(51) 7 G06F17/15

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) АДАПТИВНИЙ КОРЕЛЯТОР

1

2

(21) 2002086772

(22) 15 08 2002

(24) 15 04 2003

(46) 15 04 2003, Бюл. №4, 2003 р

(72) Грень Ярослав Володимирович, Погрібний
Володимир Олександрович, Рожанківський Ігор
Володимирович(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА"

(57) Адаптивний корелятор, що містить перший та другий акумулятори, перший та другий субтрактори, перший та другий компаратори, блок керування та Р-канальний процесор, перший канал якого містить помножувач, перший та другий акумулятори, подільник та субтрактор, а кожний з наступних каналів містить реєстр зсуву, помножувач, перший, другий та третій акумулятори, подільник та субтрактор, причому інформаційний вхід першого акумулятора з'єднаний з виходом помножувача першого каналу процесора, інформаційний вхід другого акумулятора з'єднаний з інформаційним входом корелятора, виходи першого та другого субтракторів з'єднані з першими інформаційними входами відповідних компараторів, виходи яких з'єднані відповідно з першим та третім входами блока керування, другі інформаційні входи компараторів з'єднані відповідно з входами корелятора для відхилення дисперсії та відхилення середнього значення, в першому каналі процесора обидва входи помножувача з'єднані з інформаційним входом корелятора, вихід помножувача з'єднаний з інформаційним входом першого акумулятора, вихід якого з'єднаний з першим та другим інформаційними входами другого акумулятора, вихід якого з'єднаний з першим входом подільника, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока керування для нульового зсуву, вихід подільника з'єднаний з першим входом субтрактора, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока керування для середнього значення, вихід субтрактора з'єднаний з виходом корелятора для нульового зсуву, в кожному наступному каналі вихід реєстру зсуву з'єднаний з першим входом помножувача, другий вхід якого з'єднаний з інформаційним входом корелятора, вихід помножувача з'єднаний з інформаційними входами першого та третього акумуля-

торів, вихід першого акумулятора з'єднаний з другим інформаційним входом другого акумулятора, перший вхід якого з'єднаний з виходом третього акумулятора, вихід другого акумулятора з'єднаний з першим входом подільника, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока керування для відповідного зсуву, вихід подільника з'єднаний з першим входом субтрактора, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока керування для квадрата середнього значення, вихід субтрактора з'єднаний з виходом корелятора для відповідного зсуву, при цьому інформаційний вхід реєстру зсуву в другому каналі з'єднаний з інформаційним входом корелятора, а інформаційний вхід реєстру зсуву в кожному наступному каналі з'єднаний з виходом реєстру зсуву в попередньому каналі, який відрізняється тим, що в нього введені перший та другий реєстри, перший та другий реєстри зсуву, третій та четвертий субтрактори, третій та четвертий акумулятори при цьому вхід корелятора для величини вікна аналізу з'єднаний з другими входами реєстрів зсуву та другим входом блока керування, вихід помножувача першого каналу з'єднаний з першим входом першого реєстру зсуву та першим входом третього субтрактора, інформаційний вхід корелятора з'єднаний з першим входом другого реєстру зсуву, першим входом четвертого субтрактора та четвертим входом блока керування, вихід третього акумулятора з'єднаний з входом першого реєстру та другим входом першого субтрактора, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого реєстру, перший вхід третього акумулятора з'єднаний з виходом першого акумулятора, а другий вхід третього акумулятора з'єднаний з виходом другого субтрактора, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого реєстру зсуву, вихід четвертого акумулятора з'єднаний з входом другого реєстру та другим входом третього субтрактора, вихід другого реєстру з'єднаний з першим входом третього субтрактора, перший вхід четвертого акумулятора з'єднаний з виходом другого акумулятора, а другий вхід четвертого акумулятора з'єднаний з виходом четвертого субтрактора, вихід другого реєстру зсуву з'єднаний з другим входом четвертого субтрактора

(13) A

(11) 56002

(19) UA

Винахід належить до інформаційно-вимірювальних систем та може бути використаний для кореляційного аналізу локально-стаціонарних випадкових процесів

Відомий адаптивний корелятор (Погрибной В А Рожанковский И В Джидимски З Собульски А, Адаптивный корреляционный анализ локально-стаціонарных случайных процессов // Известия Высших Учебных Заведений -Радиоелектроника 1996 -№5 - С 24-32), що містить перший та другий акумулятори, перший та другий субтрактори, перший та другий компаратори, блок керування та Р-канальний процесор, перший канал якого містить помножувач, перший та другий акумулятори, подільник та субтрактор, а кожний з наступних каналів містить реєстр зсуву, помножувач, перший, другий та третій акумулятори, подільник та субтрактор, причому інформаційний вхід першого акумулятора з'єднаний з виходом помножувача першого каналу процесора, інформаційний вхід другого акумулятора з'єднаний з інформаційним входом корелятора, виходи першого та другого субтракторів з'єднані з першими інформаційними входами відповідних компараторів, виходи яких з'єднані відповідно з першим та третім входами блока керування, другі інформаційні входи компараторів з'єднані відповідно з входами корелятора для відхилення дисперсії та відхилення середнього значення, в першому каналі процесора обидва входи помножувача з'єднані з інформаційним входом корелятора, вихід помножувача з'єднаний з інформаційним входом першого акумулятора, вихід якого з'єднаний з першим та другим інформаційними входами другого акумулятора, вихід якого з'єднаний з першим входом подільника, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока керування для нульового зсуву, вихід подільника з'єднаний з першим входом субтрактора, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока керування для квадрату середнього значення, вихід субтрактора з'єднаний з виходом корелятора для нульового зсуву, в кожному наступному каналі вихід реєстру зсуву з'єднаний з першим входом помножувача, другий вхід якого з'єднаний з інформаційним входом корелятора, вихід помножувача з'єднаний з інформаційними входами першого та третього акумуляторів, вихід першого акумулятора з'єднаний з другим інформаційним входом другого акумулятора, перший вхід якого з'єднаний з виходом третього акумулятора, вихід другого акумулятора з'єднаний з першим входом подільника, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока керування для відповідного зсуву, вихід подільника з'єднаний з першим входом субтрактора, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока керування для квадрату середнього значення, вихід субтрактора з'єднаний з виходом корелятора для відповідного зсуву, при цьому інформаційний вхід реєстру зсуву в другому каналі з'єднаний з інформаційним входом корелятора, а інформаційний вхід реєстру зсуву в кожному наступному каналі з'єднаний з виходом реєстру зсуву в попередньому каналі

Відомий адаптивний корелятор працює за алгоритмом, який визначає ділянку локальної стаціонарності як суму чергових, рівних за довжиною елементарних стаціонарних інтервалів випадкового сигналу. Нестационарні сигнали можуть мати коротку тривалість, що при використанні цього алгоритму призведе до значної втрати відліків аналізованого сигналу, оскільки при виходу сигналу за межі стаціонарності відкидаються клькість останніх відліків, що рівна вікну аналізу. При зменшенні аналізованих відліків знижується точність аналізу.

В основу винаходу поставлене завдання створення такого адаптивного корелятора, в якому введення нових блоків та зв'язків дозволить підвищити точність визначення виходу процесу за межі стаціонарності, і, відповідно підвищити точність аналізу, що проводиться пристроєм.

Поставлене завдання вирішується тим, що в адаптивний корелятор, що містить перший та другий акумулятори, перший та другий субтрактори, перший та другий компаратори, блок керування та Р-канальний процесор, перший канал якого містить помножувач, перший та другий акумулятори, подільник та субтрактор, а кожний з наступних каналів містить реєстр зсуву, помножувач, перший, другий та третій акумулятори, подільник та субтрактор, причому інформаційний вхід першого акумулятора з'єднаний з виходом помножувача першого каналу процесора, інформаційний вхід другого акумулятора з'єднаний з інформаційним входом корелятора, виходи першого та другого субтракторів з'єднані з першими інформаційними входами відповідних компараторів, виходи яких з'єднані відповідно з першим та третім входами блока керування, другі інформаційні входи компараторів з'єднані відповідно з входами корелятора для відхилення дисперсії та відхилення середнього значення, в першому каналі процесора обидва входи помножувача з'єднані з інформаційним входом корелятора, вихід помножувача з'єднаний з інформаційним входом першого акумулятора, вихід якого з'єднаний з першим та другим інформаційними входами другого акумулятора, вихід якого з'єднаний з першим входом подільника, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока керування для нульового зсуву, вихід подільника з'єднаний з першим входом субтрактора, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока керування для квадрату середнього значення, вихід субтрактора з'єднаний з виходом корелятора для нульового зсуву, в кожному наступному каналі вихід реєстру зсуву з'єднаний з першим входом помножувача, другий вхід якого з'єднаний з інформаційним входом корелятора, вихід помножувача з'єднаний з інформаційними входами першого та третього акумуляторів, вихід першого акумулятора з'єднаний з другим інформаційним входом другого акумулятора, перший вхід якого з'єднаний з виходом третього акумулятора, вихід другого акумулятора з'єднаний з першим входом подільника, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока керування для

відповідного зсуву, вихід подільника з'єднаний з першим входом субтрактора, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока керування для квадрату середнього значення, вихід субтрактора з'єднаний з виходом корелятора для відповідного зсуву, при цьому інформаційний вхід реєстру зсуву в другому каналі з'єднаний з інформаційним входом корелятора, а інформаційний вхід реєстру зсуву в кожному наступному каналі з'єднаний з виходом реєстру зсуву в попередньому каналі, згідно з винаходом, введені перший та другий реєстри, перший та другий реєстри зсуву, третій та четвертий субтрактори, третій та четвертий акумулятори при цьому вхід корелятора для величини вікна аналізу з'єднаний з другими входами реєстрів зсуву та другим входом блока керування, вихід помножувача першого каналу з'єднаний з першим входом першого реєстру зсуву та першим входом третього субтрактора, інформаційний вхід корелятора з'єднаний з першим входом другого реєстру зсуву, першим входом четвертого субтрактора та четвертим входом блока керування, вихід третього акумулятора з'єднаний з входом першого реєстру та другим входом першого субтрактора, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого реєстру, перший вхід третього акумулятора з'єднаний з виходом першого акумулятора, а другий вхід третього акумулятора з'єднаний з виходом другого субтрактора, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого реєстру зсуву, вихід четвертого акумулятора з'єднаний з входом другого реєстру та другим входом третього субтрактора, вихід другого реєстру з'єднаний з першим входом третього субтрактора, перший вхід четвертого акумулятора з'єднаний з виходом другого акумулятора, а другий вхід четвертого акумулятора з'єднаний з виходом четвертого субтрактора, вихід другого реєстру зсуву з'єднаний з другим входом четвертого субтрактора

Введення нових блоків та зв'язків дозволить організувати роботу корелятора за алгоритмом з перекриттям вікон аналізу. Відповідно до цього алгоритму вікно аналізу зсувається відносно попередньої позиції на величину, що може змінюватись від одного відліку до величини самого вікна аналізу, що дозволяє уникнути значних втрат відліків при виході сигналу за межі стаціонарності, і тим самим підвищити точність аналізу, який проводиться корелятором

На фіг 1 приведена структурна схема адаптивного корелятора, де 1 - перший реєстр, 2 - перший реєстр зсуву, 3 - другий реєстр, 4 - другий реєстр зсуву, 5 - перший субтрактор, 6 - третій субтрактор, 7 - другий субтрактор, 8 - четвертий субтрактор, 9 - перший акумулятор, 10 - другий акумулятор, 11 - перший компаратор, 12 - третій акумулятор, 13 - другий компаратор, 14 - четвертий акумулятор, 15 - блок керування, 16 1-16 Р - помножувачі 1-го - Р-го каналів процесора, 17 1-17 Р - перші акумулятори 1-го - Р-го каналів процесора, 18 1-18 Р-1 - дуплікувати акумулятори 1-го - Р-го каналів процесора, 19 1-19 Р - подільники 1-го - Р-го каналів процесора, 20 1-20 Р - субтрактори 1-го - Р-го каналів процесора, 21 2-21 Р - реєстри зсуву 2-го - Р-го каналів процесора, 22 2-22 Р - треті акумулятори 2-го - Р-го каналів процесора, 22 -

інформаційний вхід корелятора, 23 - вхід корелятора для величини вікна аналізу, 24 - вхід корелятора для відхилення дисперсії, 25 - вхід корелятора для відхилення середнього значення, 26 - перший вхід блока керування, 27 - другий вхід блока керування, 28 - третій вхід блока керування, 29 - четвертий вхід блока керування, 30 1-30 Р - виходи блока керування для 0-го - Р-1-го зсувів, 31 - вихід блока керування для квадрату середнього значення, 32 1-32 Р - виходи корелятора для 0-го - Р-1-го зсувів

Адаптивний корелятор містить перший 1 та другий 3 реєстри, перший 2 та другий 4 реєстри зсуву, перший 5, третій 6, другий 7 та четвертий 8 субтрактори, перший 9, другий 10, третій 12 та четвертий 14 акумулятори, перший 11 та другий 13 компаратори, блок керування 15, інформаційний вхід 22, вхід для величини вікна аналізу 23, вхід для відхилення дисперсії 24, вхід 25 для відхилення середнього значення, 26, 27, 28 та 29 - перший, другий, третій та четвертий входи блока керування відповідно, виходи 30 1-30 Р блока керування для відповідних зсувів, вихід 31 блока керування для квадрату середнього значення, виходи 32 1-32 Р корелятора для 0-го - Р-1-го зсувів та Р-каналний процесор, перший канал якого містить помножувач 16 1, перший 17 1 та другий 18 1 акумулятори, подільник 19 1 та субтрактор 20 1. Другий та решта каналів містять реєстри зсуву 21 2-21 Р, помножувачі 16 2-16 Р, перші 17 2-17-Р, другі 18 2-18-Р та треті 22 2-22 Р - акумулятори, подільники 19 2-19 Р та субтрактори 20 2-20 Р

Інформаційний вхід 22 корелятора з'єднаний з першими входами другого реєстру зсуву 4, четвертого субтрактора 8, входом другого акумулятора 10, четвертим 29 входом блока керування 15, першим та другим входом помножувача 16 1 першого каналу процесора, другими входами помножувачів 16 2-16 Р решти каналів процесора та входом реєстру зсуву 21 2 другого каналу процесора. Вихід помножувача 16 1 з'єднаний з першими входами першого реєстру зсуву 2 та першого субтрактора 5 та входом акумулятора 9. Вхід корелятора 23 для величини вікна аналізу з'єднаний з другими входами реєстрів зсуву 2 та 4 і другим 27 входом блока керування 15. Вихід третього акумулятора 12 з'єднаний з входом першого реєстру 1 та другим входом першого субтрактора 5, перший вхід акумулятора 12 з'єднаний з виходом першого акумулятора 9, а другий - з виходом третього субтрактора 6. Другий вхід цього субтрактора з'єднаний з виходом першого реєстру зсуву 2. Вихід першого реєстру 1 з'єднаний з першим входом першого субтрактора 5, вихід якого з'єднаний з першим входом першого компаратора 11. Другий вхід цього компаратора з'єднаний з входом 24 корелятора для відхилення дисперсії, а вихід - з першим входом 26 блока керування 15.

Вихід четвертого акумулятора 14 з'єднаний з входом другого реєстру 3 та другим входом другого субтрактора 7, перший вхід акумулятора 14 з'єднаний з виходом другого акумулятора 10, а другий - з виходом четвертого субтрактора 8. Другий вхід цього субтрактора з'єднаний з виходом другого реєстру зсуву 4. Вихід другого реєстру 3 з'єднаний з першим входом другого субтрактора 7,

вихід якого з'єднаний з першим входом другого компаратора 13. Другий вхід цього компаратора з'єднаний з входом 25 корелятора для відхилення середнього значення, а вихід – з третім входом 28 блока керування 15.

В першому каналі процесора вихід помножувача 16.1 з'єднаний з інформаційним входом першого акумулятора 17.1, вихід якого з'єднаний з першим та другим інформаційними входами другого акумулятора 18.1, вихід якого з'єднаний з першим входом подільника 19.1, другий вхід якого з'єднаний з виходом 30.1 блока керування 15 для нульового зсуву, а вихід – з першим входом субтрактора 20.1. Другий вхід субтрактора 20.1 з'єднаний з виходом 31 блока керування 15 для квадрату середнього значення, а вихід субтрактора 20.1 з'єднаний з виходом корелятора 32.1 для нульового зсуву.

В кожному наступному каналі процесора, крім другого, входи регістрів зсуву 21.3-21.Р з'єднані з виходами аналогічних регістрів зсуву в попередньому каналі. Виходи регістрів зсуву 20.2-20.Р в другому та решті каналів з'єднані першими входами помножувачів 16.2-16.Р. Виходи помножувачів 16.2-16.Р з'єднані з інформаційними входами перших 17.2-17.Р та третіх 22.2-22.Р акумуляторів. Виходи перших 17.2-17.Р акумуляторів з'єднані з другими інформаційними входами других 18.2-18.Р акумуляторів, перші входи яких з'єднані з виходами третіх 22.2-22.Р акумуляторів. Виходи других 18.2-18.Р акумуляторів з'єднані з першими входами подільників 19.2-19.Р, другі входи яких з'єднані з виходами 30.2-30.Р блока керування 15 для відповідних зсувів. Виходи подільників 19.2-19.Р з'єднані з першими входами субтракторів 20.2-20.Р, другі входи яких з'єднані з виходом 31 блока керування 15 для квадрата середнього значення, а виходи субтракторів 20.2-20.Р з'єднані з виходами 32.2-32.Р корелятора для відповідного зсуву.

Адаптивний корелятор працює наступним чином.

З появою сигналу починається формування довірчого інтервалу. Оскільки регістри зсуву 2 та 3 здійснюють зсув вхідних відліків на величину N_{win} , то до закінчення формування довірчого інтервалу на другі входи субтракторів 6 та 8 будуть поступати нулі і таким чином в акумуляторах 9 та 10 буде здійснюватись сумування з нагромадженням $\sum_{a=0}^{N_{win}-1} x_a^2$ та $\sum_{a=0}^{N_{win}-1} x_a$ (тут x_a - відлік сигналу) відповідно. Одночасно починається робота спецпроцесора, в кожному з Р каналів якого вираховується оцінка кореляційної функції для відповідного часового зсуву m , який забезпечується регістрами зсуву 21.2-21.Р. Добуток $x_a x_{a+m}$ формується в по-

множувачах 16.1-16.Р і нагромаджується в акумуляторах 17.1-17.Р. При закінченні формування першого довірчого інтервалу блок керування 15 генерує тактовий сигнал і сума відліків, яка нагромаджена в акумуляторах 9 та 10, переписується в регістри 1 та 3 і зберігається там до закінчення стаціонарної ділянки. На виходах 30.1-30.2 блока керування 15 встановлюється величина рівна $1/(N_{win} + r - m)$ (r - кількість відліків від початку реалізації до початку поточного вікна аналізу), а на виході 31 - \bar{x}_A^2 , де \bar{x}_A - середнє значення сигналу на інтервалі.

Після формування першого довірчого інтервалу в 2 та 4 здійснюється обчислення $x_a^2 - x_{a-N_{win}}^2$ та

$x_a - x_{a-N_{win}}$ відповідно. Таким чином в акумулято-

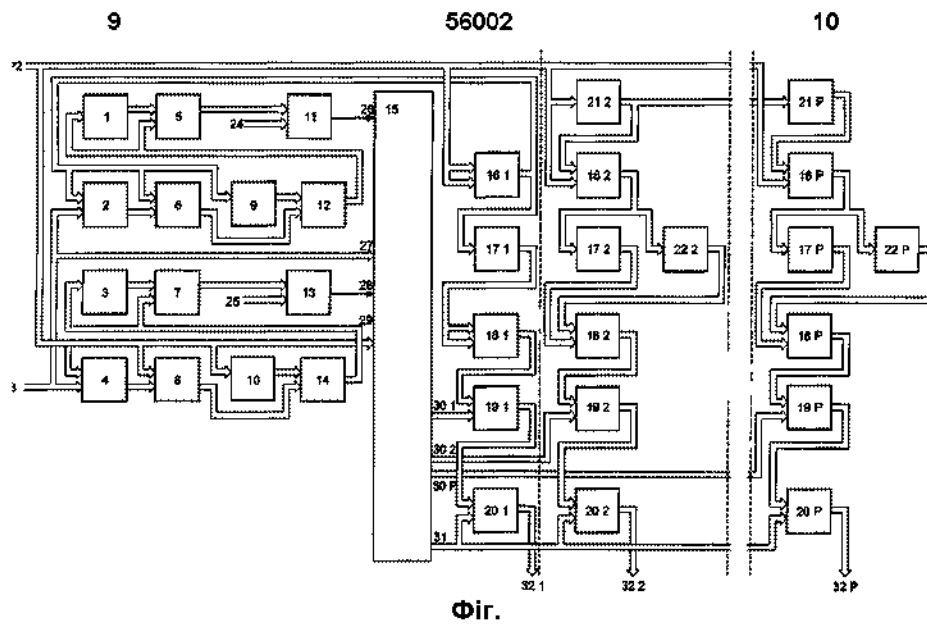
рах 3 та 4, завжди знаходяться суми квадратів відліків та відліків вікна аналізу відповідно. Вміст цих акумуляторів подається на входи відповідних субтракторів 1 та 3, в яких він віднімається від відповідних значень довірчого інтервалу, що зберігаються в регістрах 1 та 3. Отримані різниці порівнюються з допустимими значеннями в компараторах 11 та 13 відповідно при кожному зсуві вікна аналізу на величину N_{win} і результати подаються на входи 26 та 28 блока керування 15 відповідно, який приймає рішення про стаціонарність ділянки процесу. Якщо рішення позитивне, то описана вище процедура повторюється знову.

Якщо прийняте рішення про вихід процесу за межі стаціонарності, то акумулятори 12 та 14 очищуються і в них записуються суми $\sum_{a=1-N_{SH}}^1 x_a^2$ та

$\sum_{a=1-N_{SH}}^1 x_a$ (де N_{SH} - кількість відліків на яку має

зміститись вікно аналізу, щоб корелятор провів черговий аналіз сигналу) з акумуляторів 9 та 10. В цей час нагромадженні в акумуляторах 18.1-18.Р суми $\sum_{a=1}^1 x_a x_{a-m}$ діляться в подільниках 19.1-

19.Р на відповідні значення $1-m$. Від отриманого значення в субтракторах 20.1-20.Р віднімається \bar{x}_A^2 і на виходах корелятора $K_{xx}(m)$ отримаємо значення кореляційної функції для відповідного часового зсуву. Після цього 18.1-18.Р акумулятори очищаються і в них переписується вміст відповідних акумуляторів 22.2-22.Р. Оскільки в першому каналі часовий зсув дорівнює 0, то в 18.1 переписується значення з виходу 17.1. Одночасно з цим очищуються акумулятори 17.1-17.Р. Після цього повторюється робота корелятора на першому інтервалі аналізу.



Підписано до друку 05 05 2003 р

Тираж 39 прим

ТОВ "Міжнародний науковий комітет"
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 236 – 47 – 24