



УКРАЇНА

(19) UA (11) 5495 (13) U

(51) 7 G06G7/14

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПОСІБ ПАРАЛЕЛЬНОГО АЛГЕБРАІЧНОГО ДОДАВАННЯ ТРИВАЛОСТЕЙ ГРУПИ ЧАСОВИХ ІНТЕРВАЛІВ**

1

2

(21) 20040604914

(22) 21 06 2004

(24) 15 03 2005

(46) 15 03 2005, Бюл. № 3, 2005 р.

(72) Васюра Анатолій Степанович, Мартинюк Тетяна Борисівна, Куперштейн Леонід Михайлович, Мисловський Ігор Володимирович

(73) Вінницький національний технічний університет

(57) Спосіб паралельного алгебраїчного додавання тривалостей групи часових інтервалів, який оснований на накопиченні кратних тривалостей, причому порівнюють між собою тривалості часових інтервалів групи і виділяють часовий інтервал найменшої тривалості, формують поточну часткову тривалість, яка є кратною цій найменшій тривалості, шляхом її множення на кількість часових інтервалів у групі, формують нову групу часових

інтервалів шляхом віднімання цієї найменшої тривалості від тривалості кожного часового інтервалу попередньої групи, далі зазначені дії повторюють для кожної нової групи часових інтервалів до виділення інтервалу найменшої тривалості, яка дорівнює нулю, а отримані поточні часткові тривалості послідовно підсумовують, який відрізняється тим, що первісну групу часових інтервалів поділяють на додатну та від'ємну групи за знаком тривалостей, у кожній групі одночасно виконують формування і накопичення поточних часткових тривалостей і формують різницю між отриманими накопиченими тривалостями, на кожному кроці оброблення, крім першого, формують поточний вектор ознак нульових тривалостей у кожній новій групі часових інтервалів, а також формують матрицю бінарних ознак для додатної та від'ємної груп із поточних векторів ознак нульових тривалостей

Корисна модель відноситься до автоматики та обчислювальної техніки і може бути використана в обчислювальних пристроях для процесу підсумовування великих масивів даних, зокрема при моделюванні нейронних та нейроподібних систем

Відомий спосіб паралельного додавання тривалостей групи часових інтервалів [Карпов Р. Г., Карпов М. Р. Преобразование и обработка широтно-импульсных сигналов М., «Машиностроение», 1977, с. 71], який оснований на перетворенні тривалостей у напруги, підсумовуванні напруг і виділенні середнього значення суми на загальному періоді проходження групи часових інтервалів

Недоліком даного способу є обмежені функціональні можливості через те, що даний спосіб оброблює лише невід'ємні тривалості групи часових інтервалів

Відомий спосіб паралельного додавання тривалостей групи часових інтервалів [а с СРСР №388269, кл. G06G7/14, 1971], який оснований на накопиченні кратних тривалостей і полягає в тому, що для кожного часового інтервалу групи виділяють шляхом диференціювання моменту часу його початку і кінця, за виділеними моментами часу визначають поточне значення різниці між сумою моментів часу початку часових інтервалів групи і сумою моментів часу закінчення інтервалів групи, тривалість найбільшого часового інтервалу групи

перетворюють у послідовність кратних тривалостей шляхом її множення на отримане значення різниці, при цьому кратні тривалості накопичують

Недоліком даного способу є обмежені функціональні можливості через те, що даний спосіб виконує лише накопичення невід'ємних тривалостей часових інтервалів

Найбільш близьким по технічній суті до способу, який пропонується, є спосіб паралельного додавання тривалостей групи часових інтервалів [а с СРСР №1119035, кл. G06G7/14, 1984], в подальшому поійменованій як спосіб паралельного алгебраїчного додавання тривалостей групи часових інтервалів, який оснований на накопиченні кратних тривалостей, причому порівнюють між собою тривалості часових інтервалів групи і виділяють часовий інтервал найменшої тривалості, формують тривалість, яка в подальшому позначається як поточна часткова тривалість, яка є кратною цій найменшій тривалості шляхом її множення на кількість часових інтервалів у групі, формують нову групу часових інтервалів шляхом віднімання цієї найменшої тривалості від тривалості кожного часового інтервалу попередньої групи, далі зазначені дії повторюють для кожної нової групи часових інтервалів до виділення інтервалу найменшої тривалості, яка дорівнює нулю, а отримані кратні тривалості послідовно підсумовують

(13) U

(11) 5495

(19) UA

Недоліком цього способу є обмежені функціональні можливості через те, що в процесі підсумовування даних спосіб не враховує розмірності первісної групи, а також те, що серед елементів даної групи можуть бути від'ємні, поява яких призводить до зупинки оброблення груп часових інтервалів даним способом.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу паралельного алгебраїчного додавання тривалостей групи часових інтервалів, в якому за рахунок введення нових дій досягається можливість паралельного формування суми додатних та від'ємних тривалостей групи, а також сортування тривалостей первісної групи часових інтервалів, що призводить до розширення функціональних можливостей способу шляхом зняття обмеження на невід'ємність даних тривалостей.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі паралельного алгебраїчного додавання тривалостей групи часових інтервалів, який оснований на накопиченні кратних тривалостей, причому порівнюють між собою тривалості часових інтервалів групи і виділяють часовий інтервал найменшої тривалості, формують поточну часткову тривалість, яка є кратною цій найменшій тривалості шляхом її множення на кількість часових інтервалів у групі, формують нову групу часових інтервалів шляхом віднімання цієї найменшої тривалості від тривалості кожного часового інтервалу попередньої групи, далі зазначені дії повторюють для кожної нової групи часових інтервалів до виділення інтервалу найменшої тривалості, яка дорівнює нулю, а отримані поточні часткові тривалості послідовно підсумовують, крім того первісну групу часових інтервалів поділяють на додатну та від'ємну групи за знаком тривалостей, у кожній групі одночасно виконують формування і накопичення поточних часткових тривалостей і формують різницю між отриманими накопиченими тривалостями, на кожному кроці оброблення, крім першого, формують поточний вектор ознак нульових тривалостей у кожній новій групі часових інтервалів, а також формують матрицю бінарних ознак для додатної та від'ємної групи із поточних векторів ознак нульових тривалостей.

На Фіг.1 зображена блок-схема пристрою, який реалізує спосіб паралельного алгебраїчного додавання тривалостей групи часових інтервалів,

на Фіг.2 схематично представлено паралельне алгебраїчне додавання тривалостей групи часових інтервалів 13, - 5, 10, - 8, - 7, 9.

Пристрій (Фіг.1), що реалізує даний спосіб паралельного алгебраїчного додавання тривалостей групи часових інтервалів, містить два блоки 1₁ і 1₂ відповідно для оброблення додатної та від'ємної груп часових інтервалів, причому кожний блок 1₁ і 1₂ містить схеми 2₁, 2₂,...,2_n віднімання (де n - максимальна кількість тривалостей в групі часових інтервалів), за допомогою яких виділяють різниці між тривалостями окремих інтервалів групи та інтервалами найменшої тривалості, схему 3 порівняння, де виділяють інтервали найменшої тривалості, схему 4 послідовного додавання (накопичення) кратних тривалостей, в якому також виконується множення найменших тривалостей на кількість часових інтервалів у поточній групі, входи

5₁, 5₂,...,5_n, на які подаються тривалості часових інтервалів відповідної групи і схему 6 пам'яті, де формується матриця бінарних ознак на виходах 7₁ і 7₂ пристрою. Крім того, пристрій містить схему 8 віднімання, де формується кінцева різниця між отриманими накопиченими частковими тривалостями обох груп. При цьому схема 8 віднімання має знаковий вихід 9 та інформаційний вихід 10, які є виходами пристрою.

У кожному блоці 1₁ і 1₂ інформаційні виходи 11₁, 11₂,...,11_n схем 2₁, 2₂,...,2_n віднімання з'єднані з входами схеми 3 порівняння і першою групою входів схем 2₁, 2₂,...,2_n віднімання, які також підключені до входів 5₁, 5₂,...,5_n пристрою. Другі входи схем 2₁, 2₂,...,2_n віднімання з'єднані з виходом 12 схеми 3 порівняння, який також підключений до входу схеми 4 послідовного додавання. Виходи першої групи ознак схем 2₁, 2₂,...,2_n віднімання з'єднані з групою входів 13₁, 13₂,...,13_n схеми 4 послідовного додавання, а виходи другої групи ознак схем 2₁, 2₂,...,2_n віднімання з'єднані з групою входів 14₁, 14₂,...,14_n схеми 6 пам'яті. Виходи 15 схем 4 послідовного додавання обох блоків 1₁ і 1₂ підключені відповідно до входів схеми 8 віднімання.

Паралельне алгебраїчне додавання тривалостей групи часових інтервалів виконується в такий спосіб.

Спочатку поділяють первісну групу часових інтервалів відповідно за знаком на дві групи: додатну та від'ємну, після чого знак тривалостей від'ємної групи змінюють на додатний шляхом множення тривалостей цієї групи на "-1". В результаті отримують дві групи часових інтервалів, до яких паралельно застосовують такі дії: на першому кроці порівнюють між собою тривалості часових інтервалів кожної групи і виділяють часовий інтервал найменшої тривалості. Формують поточну часткову тривалість, яка є кратною цієї найменшої тривалості, шляхом множення її на кількість часових інтервалів у групі, формують нову (другу) групу часових інтервалів шляхом віднімання цієї найменшої тривалості від тривалості кожного часового інтервалу попередньої групи.

На другому кроці у двох групах часових інтервалів повторюють зазначені дії, а саме: порівнюють між собою тривалості часових інтервалів кожної групи і виділяють часовий інтервал найменшої тривалості. Формують поточну часткову тривалість, яка є кратною цієї найменшої тривалості, шляхом множення її на кількість часових інтервалів у групі, формують нову (третю) групу часових інтервалів шляхом віднімання цієї найменшої тривалості від тривалості кожного часового інтервалу попередньої групи. Накопичують часткову тривалість шляхом підсумовування отриманої поточної часткової тривалості на даному кроці з поточною частковою тривалістю, отриманою на попередньому кроці, в обох додатній та від'ємній групах. Крім того, формують перший вектор ознак нульових тривалостей у другій групі часових інтервалів.

Далі зазначені дії повторюють для кожних нових груп часових інтервалів до виділення інтервалу найменшої тривалості, яка дорівнює нулю. Лише тоді формується кінцева різниця між кінцевими накопиченими частковими тривалостями додатної та від'ємної груп. Крім того, із поточних векторів

ознак нульових тривалостей формується матриця бінарних ознак, за якою можна відсортувати часові тривалості первісних додатної на від'ємної групи часових інтервалів.

Розглянемо паралельне алгебраїчне додавання тривалостей групи, яка складається, наприклад, з шести часових інтервалів (Фіг.2). Додаються часові інтервали з тривалостями, які дорівнюють 13, -5, 10, -8, -7, 9. Три тривалості (окремо додатні та від'ємні) подаються відповідно на входи 5₁, 5₂, і 5₃ кожного блока 1₁ і 1₂, внаслідок чого створюються первісні групи для додавання. Оскільки в початковому стані на виході 12 схеми 3 порівняння обох блоків 1₁ і 1₂ присутня нульова тривалість, то на першому кроці оброблення від кожної початкової тривалості віднімається нуль зі схеми 3 порівняння, і на виходах 11₁, 11₂, 11₃ схем 2₁, 2₂, і 2₃ формуються різниці, які фактично дорівнюють початковим тривалостям часових інтервалів.

Для блока 1₁ це тривалості 13, 10 та 9, які паралельно подаються на три входи схеми 3 порівняння, де відбувається виділення інтервалу найменшої ненульової тривалості з поданих трьох інтервалів, тобто утворюється мінімальна тривалість, а саме 9, яка подається на вхід схеми 4 послідовного додавання, де формується поточна часткова тривалість 27, яка визначається кількістю тривалостей первісної додатної групи, а саме кількістю одиничних сигналів на входах 13₁, 13₂, 13₃ схеми 4 послідовного додавання. Одиничні сигнали на цих входах формуються при наявності ненульових додатних тривалостей на виходах 11₁, 11₂, 11₃ відповідних схем 2₁, 2₂, 2₃ віднімання блока 1₁.

Відповідно для блока 1₂ це тривалості -5, -8, та -7, які після "трансформування" у 5, 8, та 7, паралельно подаються на три входи схеми 3 порівняння, де відбувається виділення інтервалу найменшої ненульової тривалості з поданих трьох інтервалів, тобто утворюється мінімальна тривалість, а саме 5, яка подається на вхід схеми 4 послідовного додавання, де формується тривалість 15, яка визначається кількістю тривалостей первісної від'ємної групи, а саме кількістю одиничних сигналів на входах 13₁, 13₂, 13₃ схеми 4 послідовного додавання. Одиничні сигнали на цих входах формуються при наявності ненульових додатних тривалостей на виходах 11₁, 11₂, 11₃ відповідних схем 2₁, 2₂, 2₃ віднімання блока 1₂.

На другому кроці у схемах 2₁, 2₂, і 2₃ блока 1₁ формуються різниці між початковими тривалостями 13, 10 і 9 та мінімальною тривалістю першої групи, яка дорівнює 9. Утворюються різниці 4, 1 і 0 другої групи. Найменша ненульова тривалість часового інтервалу другої групи, яка дорівнює 1, формується в схемі 3 порівняння і подається на схему 4 послідовного додавання, де формується двократна мінімальна тривалість другої групи, в даному випадку 2, яка є поточною частковою тривалістю додатної групи. У схемі 4 послідовного додавання формується також накопичена часткова тривалість шляхом підсумовування поточної часткової тривалості, отриманої на даному кроці, з поточною частковою тривалістю, отриманою на попередньому кроці, а саме 29 (2+27). Одночасно на виходах схем 2₁, 2₂, і 2₃ формується перший вектор ознак виду (0 0 1), оскільки третя трива-

лість другої групи дорівнює нулю. Цей вектор подається по входах 14₁, 14₂, і 14₃ до схеми 6 пам'яті, де фіксується як вектор g₁ матриці G₁ бінарних ознак додатної групи.

Відповідно на другому кроці у схемах 2₁, 2₂, і 2₃ блока 1₂ формуються різниці між початковими тривалостями 5, 8 і 7 та мінімальною тривалістю першої групи, яка дорівнює 5. Утворюються різниці 0, 3 і 2 другої групи. Найменша ненульова тривалість часового інтервалу другої групи, яка дорівнює 2, формується в схемі 3 порівняння і подається на схему 4 послідовного додавання, де формується двократна мінімальна тривалість другої групи, в даному випадку 4, яка є поточною частковою тривалістю від'ємної групи. У схемі 4 послідовного додавання формується також накопичена часткова тривалість шляхом підсумовування поточної часткової тривалості, отриманої на даному кроці, з поточною частковою тривалістю, отриманою на попередньому кроці, а саме 19 (4+15). Одночасно на виходах схем 2₁, 2₂, і 2₃ формується перший вектор ознак виду (1 0 0), оскільки перша тривалість другої групи дорівнює нулю. Цей вектор подається по входах 14₁, 14₂, і 14₃ до схеми 6 пам'яті, де фіксується як вектор g₁ матриці G₂ бінарних ознак від'ємної групи.

На третьому кроці у схемах 2₁, 2₂, і 2₃ блока 1₁ формуються різниці між тривалостями 4, 1 і 0 та мінімальною тривалістю другої групи, яка дорівнює 1. Утворюються різниці 3, 0, - третьої групи (знаком "-" позначається від'ємне значення тривалості). Найменша ненульова тривалість часового інтервалу третьої групи, яка дорівнює 3, формується в схемі 3 порівняння і подається на схему 4 послідовного додавання, де формується однократна мінімальна тривалість третьої групи, в даному випадку 3, яка є поточною частковою тривалістю. У схемі 4 послідовного додавання формується накопичена часткова тривалість шляхом підсумовування поточної часткової тривалості, отриманої на даному кроці, з накопиченою частковою тривалістю, отриманою на попередньому кроці, а саме 32 (3+29). Одночасно на виходах схем 2₁, 2₂, і 2₃ формується другий вектор ознак виду (0 1 0), оскільки друга тривалість третьої групи дорівнює нулю. Цей вектор подається по входах 14₁, 14₂, і 14₃ до схеми 6 пам'яті, де фіксується як вектор g₁ матриці G₁ бінарних ознак додатної групи.

Відповідно на третьому кроці у схемах 2₁, 2₂, і 2₃ блока 1₂ формуються різниці між тривалостями 0, 3 і 2 та мінімальною тривалістю другої групи, яка дорівнює 2. Утворюються різниці -, 1, 0 третьої групи. Найменша ненульова тривалість часового інтервалу третьої групи, яка дорівнює 1, формується в схемі 3 порівняння і подається на схему 4 послідовного додавання, де формується однократна мінімальна тривалість третьої групи, в даному випадку 1, яка є поточною частковою тривалістю. У схемі 4 послідовного додавання формується накопичена часткова тривалість шляхом підсумовування поточної часткової тривалості, отриманої на даному кроці, з накопиченою частковою тривалістю, отриманою на попередньому кроці, а саме 20 (1+19). Одночасно на виходах схем 2₁, 2₂, і 2₃ формується другий вектор ознак виду (0 0 1), оскільки третя тривалість третьої групи дорівнює ну-

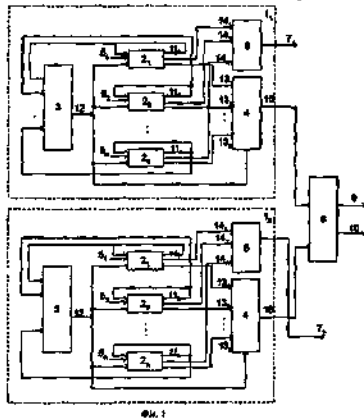
лю. Цей вектор подається по входах 14₁, 14₂, і 14₃ до схеми 6 пам'яті, де фіксується як вектор g_2 матриці G_2 бінарних ознак від'ємної групи.

На четвертому кроці у схемах 2₁, 2₂, і 2₃ блока 1₁ формуються різниці між тривалостями 3, 0, - та мінімальною тривалістю третьої групи, яка дорівнює 3. Утворюються різниці 0, -, - четвертої групи. Відсутність одиничних сигналів на входах 13₁, 13₂, 13₃ схеми 4 послідовного додавання свідчить про наявність нульового інтервалу найменшої тривалості, тобто про отримання нульового залишку у додатній групі. Одночасно на виходах схем 2₁, 2₂, і 2₃ формується третій вектор ознак виду (1 0 0), оскільки перша тривалість четвертої групи дорівнює нулю. Цей вектор подається по входах 14₁, 14₂, і 14₃ до схеми 6 пам'яті, де фіксується як вектор g_3 матриці G_1 бінарних ознак додатної групи.

Відповідно на четвертому кроці у схемах 2₁, 2₂, і 2₃ блока 1₂ формуються різниці між тривалостями -, 1, 0 та мінімальною тривалістю третьої групи, яка дорівнює 1. Утворюються відповідно різниці -, 0, - четвертої групи. Відсутність одиничних сигналів на входах 13₁, 13₂, 13₃ схеми 4 послідовного додавання свідчить про наявність нульового інтервалу найменшої тривалості, тобто про отримання нульового залишку у від'ємній групі. Одночасно на виходах схем 2₁, 2₂, і 2₃ формується третій вектор ознак виду (0 1 0), оскільки друга тривалість четвертої групи дорівнює нулю. Цей вектор подається по входах 14₁, 14₂, і 14₃ до схеми 6 пам'яті, де фіксується як вектор g_3 матриці G_2 бінарних ознак від'ємної групи.

Внаслідок того, що отримано групи з нульовими тривалостями, у схемі 8 віднімання формується кінцева різниця між накопиченими частковими тривалостями у блоках 1₁ та 1₂, а саме +12 (32-20), і процес паралельного алгебраїчного додавання тривалостей групи часових інтервалів припиняється. Отже на виході 10 схеми 8 зафіксовано кінцеву різницю 12, а на виході 9 зафіксовано знак різниці "+".

Запропонований спосіб дозволяє розширити



функціональні можливості за рахунок поділу первісної групи часових інтервалів на додатну та від'ємну групи за знаком тривалостей, одночасного виконання у кожній групі формування та накопичення поточної часткової тривалості і нової групи часових інтервалів, формування кінцевої різниці шляхом підсумовування накопичених часткових тривалостей обох груп з урахуванням знаку.

Отже, кінцевий результат формується за формулами:

$$S = \sum_{i=1}^{2n} a_{i0} = S^+ - S^- ,$$

$$S^+ = S_1^+ + S_2^+ + \dots + S_n^+ ,$$

$$S^- = S_1^- + S_2^- + \dots + S_n^- ,$$

де a_{i0} - і-та тривалість у первісній групі часових інтервалів;

$2n$ - розмірність первісної групи часових інтервалів;

S_j^+ , S_j^- - поточна часткова тривалість на j -му кроці обробки відповідно для додатної та від'ємної групи;

n - кількість як додатних, так і від'ємних тривалостей у первісній групі часових інтервалів;
 $j = \overline{1, n}$.

Крім того, послідовний аналіз стовпців g_j матриць G_1 та G_2 бінарних ознак, де

$$g_j = \begin{cases} 1, & \text{якщо } a_{ij} = 0, \\ 0, & \text{якщо } a_{ij} \neq 0, \end{cases}$$

де a_{ij} - і-та тривалість на j -му кроці, дозволяє відсортувати відповідно додатні та від'ємні тривалості первісної групи. Так перегляд стовпців g_j , починаючи з першого, подає тривалості за збільшенням їх значення, починаючи з найменшої тривалості. Аналогічно, перегляд стовпців g_j , починаючи із старшого, подає тривалості за зменшенням їх значення, починаючи з більшої тривалості.

