

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 мереж з використанням механізму латерального гальмування.

Відомий спосіб паралельного додавання тривалостей групи часових інтервалів [а. с. СРСР № 388269, кл. G 06 G 7/14, 1971], який оснований на накопиченні кратних тривалостей і полягає в тому, що для кожного часового інтервалу групи виділяють шляхом диференціювання моменти 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.

Відомий спосіб паралельного додавання тривалостей групи часових інтервалів [а. с. СРСР № 1119035, кл. G 06 G 7/14, 1984], 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 і 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.

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

Найбільш близьким по технічній суті до способу, який пропонується, є спосіб паралельного алгебраїчного додавання тривалостей групи часових інтервалів [деклараційний патент на корисну модель 5495, кл. 7 G 06 G 7/14, Бюл. №3, 2005], 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, 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.

Недоліком даного способу є обмежені функціональні можливості, оскільки відсутня можливість порівняння отриманої суми додатних і від'ємних тривалостей з порогом.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу порогового паралельного алгебраїчного додавання тривалостей групи часових інтервалів, в якому за рахунок введення нових дій досягається можливість паралельного формування і накопичення поточних часткових різниць додатних та від'ємних тривалостей групи часових інтервалів та порівняння накопиченої поточної різниці з порогом оброблення, що призводить до розширення функціональних можливостей способу за рахунок виконання порогового паралельного оброблення як додатних, так і від'ємних часових тривалостей, що дозволяє моделювати нейронні мережі з використанням механізму латерального гальмування.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі порогового паралельного алгебраїчного додавання тривалостей групи часових інтервалів, який заснований 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, первісну групу часових інтервалів поділяють на додатну та від'ємну групи за знаком тривалостей, у кожній групі одночасно виконують формування поточних часткових тривалостей, крім того, на кожному етапі оброблення формують поточну часткову різницю між отриманими поточними частковими тривалостями, отримані поточні часткові різниці послідовно підсумовують з урахуванням знака, одночасно виконують порівняння отриманої накопиченої поточної різниці з порогом оброблення шляхом віднімання від порогу оброблення накопиченої поточної різниці і формують підсумковий сигнал, який дорівнює одиниці, якщо отримана накопичена поточна різниця більше або дорівнює порога оброблення, і дорівнює нулю у протилежному випадку, причому оброблення припиняють за умови одиничного підсумкового сигналу.

На фіг.1 зображена блок-схема пристрою, який реалізує спосіб порогового паралельного алгебраїчного додавання тривалостей групи часових інтервалів, на фіг.2 схематично представлено порогове паралельне алгебраїчне додавання тривалостей групи часових інтервалів (13, -6, 12, -8, 8, -7) і порогу 10.

Пристрій (фіг.1), що реалізує даний спосіб порогового паралельного алгебраїчного додавання тривалостей групи часових інтервалів, містить два блоки 1_1 і 1_2 відповідно для оброблення додатної та від'ємної груп часових інтервалів, причому кожний блок 1_1 і 1_2 містить схеми $2_1, \dots, 2_n$ віднімання (де n - максимальна кількість тривалостей у 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 накопичення кратних тривалостей, в якій виконують множення найменших тривалостей на кількість часових інтервалів у поточній групі, входи $5_1, \dots, 5_n$, на які подають тривалості часових інтервалів відповідної групи. Крім того, пристрій містить схему 6 віднімання, де формують поточну часткову різницю між отриманими поточними частковими тривалостями обох груп, яка має знаковий вихід 7 та інформаційний вихід 8, які з'єднані з відповідними входами схеми 9 послідовного накопичення, знаковий вихід 10 та інформаційний вихід 11 якої з'єднані з відповідними входами схеми 12 порогового оброблення, яка має вхід 13 порогу і вихід 14, який є виходом пристрою.

У кожному блоці 1_1 і 1_2 інформаційні виходи $15_1, \dots, 15_n$ схем $2_1, \dots, 2_n$ віднімання з'єднані з входами схеми 3 порівняння і першою групою входів схем $2_1, \dots, 2_n$ віднімання, які також підключені до входів $5_1, \dots, 5_n$ пристрою. Другі входи схем $2_1, \dots, 2_n$ віднімання з'єднані з виходом 16 схеми 3 порівняння, який також підключений до входу схеми 4 накопичення кратних тривалостей. Виходи групи ознак схем $2_1, \dots, 2_n$ віднімання з'єднані з групою входів $17_1, \dots, 17_n$ схеми 4 накопичення кратних тривалостей. Виходи 18 схеми 4 накопичення кратних тривалостей обох блоків 1_1 і 1_2 підключені відповідно до входів схеми 6 віднімання.

Порогове 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 цій найменшій тривалості шляхом множення її на кількість часових інтервалів у групі, формують нову (другу) групу часових інтервалів шляхом віднімання цієї найменшої тривалості від кожного часового інтервалу попередньої групи. Формують поточну часткову різницю між двома отриманими поточними частковими тривалостями на цьому кроці. При цьому, якщо поточна часткова тривалість додатної групи менша за модулем, ніж відповідна поточна часткова тривалість від'ємної групи, то поточну часткову різницю тривалостей помножують на "-1". Поточну часткову різницю порівнюють з порогом оброблення і формують підсумковий сигнал, який дорівнює одиниці, якщо отримана поточна різниця більше або дорівнює порогу оброблення, і дорівнює нулю у протилежному випадку.

Якщо підсумковий сигнал дорівнює нулю, на другому етапі у двох нових поточних 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 цій найменшій 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. Формують поточну часткову різницю між двома отриманими поточними частковими тривалостями на цьому етапі. При цьому, якщо поточна часткова тривалість додатної групи менша за модулем, ніж відповідна поточна часткова тривалість від'ємної групи, то поточну часткову різницю тривалостей помножують на "-1". Накопичують поточні часткові різниці шляхом підсумовування отриманої поточної часткової різниці на даному етапі з поточною частковою різницею, отриманою на попередньому етапі, з урахуванням їх знака. Отриману накопичену поточну різницю, порівнюють з порогом оброблення і формують підсумковий сигнал, який дорівнює одиниці, якщо отримана накопичена поточна різниця більше або дорівнює порогу оброблення, і дорівнює нулю у протилежному випадку.

Далі, якщо підсумковий сигнал дорівнює нулю, зазначені дії повторюють для кожних нових груп часових інтервалів до виділення інтервалу найменшої тривалості, яка дорівнює нулю в обох групах.

Розглянемо порогове паралельне алгебраїчне додавання тривалостей групи, яка складається, наприклад, з шести часових інтервалів (фіг.2). Додають часові інтервали з тривалостями, які дорівнюють (13, -6, 12, -8, 8, -7) і враховують поріг оброблення, який дорівнює 10. Три тривалості (окремо додатні та від'ємні) подають відповідно на входи $5_1, 5_2, 5_3$ кожного блока 1_1 і 1_2 , внаслідок чого створюють первісні групи для додавання. Оскільки в початковому етапі на виході 16 схеми 3 порівняння обох блоків 1_1 і 1_2 присутня нульова тривалість, то на першому кроці від кожної початкової тривалості оброблення віднімають нуль з виходу 16 схеми 3 порівняння і на виходах $15_1, 15_2, 15_3$ схем $2_1, 2_2, 2_3$ віднімання формують різниці, які фактично дорівнюють початковим тривалостям часових інтервалів.

Для блока 1_1 це тривалості (13, 12, 8), які паралельно подають на три входи схеми 3 порівняння, де відбувається виділення інтервалу найменшої ненульової тривалості з поданих трьох інтервалів, тобто утворюють мінімальну тривалість, а саме 8, яку подають на вхід схеми 4 накопичення кратних тривалостей, де формують поточну часткову тривалість 24, яку визначають за кількістю тривалостей первісної додатної групи, а саме за кількістю одиничних сигналів на входах $17_1, 17_2, 17_3$ схеми 4 накопичення кратних тривалостей. Одиничні сигнали на цих входах формують при наявності ненульових додатних тривалостей на виходах $15_1, 15_2, 15_3$ відповідних схем $2_1, 2_2, 2_3$ віднімання блока 1_1 .

Відповідно для блока 1_2 первісну групу складають тривалості (-6, -8, -7), які після "трансформування" у (6, 8, 7), паралельно подають на три входи схеми 3 порівняння, де відбувається виділення інтервалу найменшої ненульової тривалості з поданих трьох інтервалів, тобто утворюють мінімальну тривалість, а саме 6, яку подають на вхід схеми 4 накопичення кратних тривалостей, де формують поточну часткову тривалість 18, яку визначають за кількістю тривалостей первісної від'ємної групи, а саме за кількістю одиничних сигналів на входах $17_1, 17_2, 17_3$ схеми 4 накопичення кратних тривалостей. Одиничні сигнали на цих входах формують при наявності ненульових додатних тривалостей на виходах $15_1, 15_2, 15_3$ відповідних схем $2_1, 2_2, 2_3$ віднімання блока 1_2 .

Отримані поточні часткові тривалості з виходів 18 блоків 1_1 і 1_2 подають на входи схеми 6 віднімання, де формують першу часткову різницю (24-18), а саме 6, яку з урахуванням того, що поточна часткова тривалість додатної групи більша за поточну часткову тривалість від'ємної групи, подають на схему 9 послідовного накопичення зі знаком "+" по відповідному знаковому виходу 7 та інформаційному виходу 8. У схемі 9 послідовного накопичення шляхом послідовного додавання формується накопичена поточна різниця (6+0), а саме (+6), яку подають на схему 12 порогового оброблення, де формують різницю між порогом оброблення і

накопиченою поточною різницею з урахуванням її знаку, тобто (+4) (10-6). В результаті на виході 14 схеми 12 порогового оброблення формують нульовий підсумковий сигнал, оскільки накопичена поточна різниця (+6) менше порогу оброблення (10).

На другому етапі у схемах 2₁, 2₂, 2₃ віднімання блока 1₁ формують різниці між початковими тривалостями (13, 12, 8) та мінімальною тривалістю першої групи, яка дорівнює 8. Утворюють різниці (5, 4, 0) другої групи. Найменшу ненульову тривалість часового інтервалу другої групи, яка дорівнює 4, формують у схемі 3 порівняння і подають на схему 4 накопичення кратних тривалостей, де формують двократну мінімальну тривалість другої групи, в даному випадку 8, яка є поточною частковою тривалістю додатної групи.

Відповідно на другому етапі у схемах 2₁, 2₂, 2₃ віднімання блока 1₂ формують різниці між початковими тривалостями (6, 8, 7) та мінімальною тривалістю першої групи, яка дорівнює 6. Утворюють різниці (0, 2, 1) другої групи. Найменшу ненульову тривалість часового інтервалу другої групи, яка дорівнює 1, формують у схемі 3 порівняння і подають на схему 4 накопичення кратних тривалостей, де формують двократну мінімальну тривалість другої групи, в даному випадку 2, яка є поточною частковою тривалістю від'ємної групи.

Отримані поточні часткові тривалості з виходів 18 блоків 1₁ і 1₂ подають на входи схеми 6 віднімання, де формують поточну часткову різницю (8-2), а саме 6, яку з урахуванням того, що поточна часткова тривалість додатної групи більша за поточну часткову тривалість від'ємної групи, подають на схему 9 послідовного накопичення зі знаком "+" по відповідному знаковому виходу 7 та інформаційному виходу 8, де вона додається з урахуванням знака до першої часткової різниці (6+6). Так формують накопичену поточну різницю 12, яку подають на схему 12 порогового оброблення. У схемі 12 порогового оброблення формують різницю між порогом оброблення і накопиченою поточною різницею з урахуванням її знаку, тобто -2 (10-12). В результаті на виході 14 схеми 12 порогового оброблення формують одиничний підсумковий сигнал, оскільки накопичена поточна різниця (+12) більше порогу оброблення (10).

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 поточної часткової тривалості і нової групи часових інтервалів, формування і накопичення поточних часткових різниць та порівняння накопиченої поточної різниці з заданим порогом оброблення.

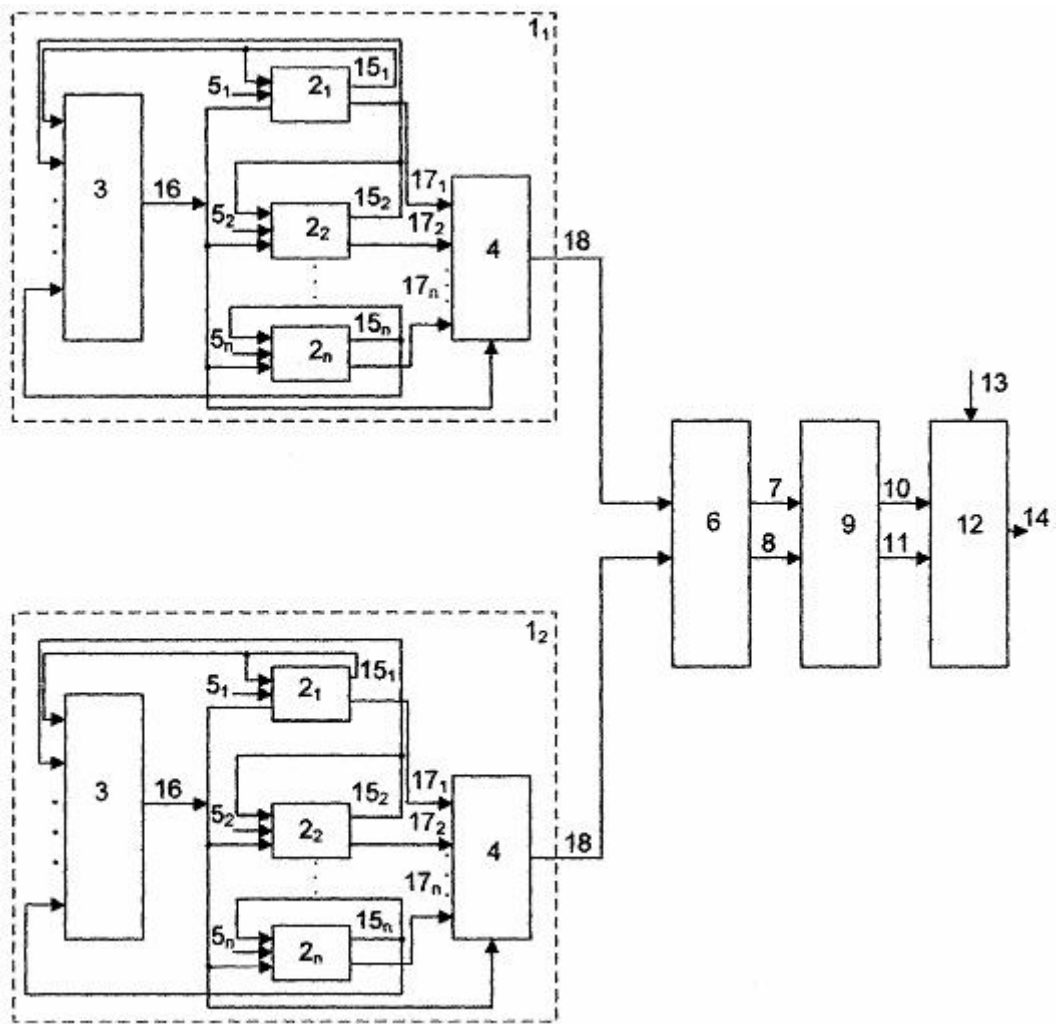
Отже, кінцевий результат формується у відповідності з виразами:

$$y = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \Delta_j = p - R_j \leq 0, \\ 0, & \text{якщо } \Delta_j = p - R_j > 0, \end{cases}$$

$$R_j = \sum_{i=1}^j (S_i^+ - S_i^-)$$

де y - підсумковий сигнал, p - поріг оброблення, A_j - поточна різниця між заданим порогом та накопиченою

поточною різницею за j етапів; R_j - поточна часткова різниця на j -му етапі; S_i^+ , S_i^- - поточна часткова тривалість на i -му кроці оброблення відповідно для додатної та від'ємної групи; n - кількість як додатних, так і від'ємних тривалостей у первісній групі часових інтервалів; $j = \overline{1, n}$.



Фиг. 1

