



УКРАЇНА

(19) UA (11) 13107 (13) U
(51) МПК (2006)
G06F 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КОМІРКА ОДНОРІДНОЇ СТРУКТУРИ

1

2

(21) u200508992

(22) 23.09.2005

(24) 15.03.2006

(46) 15.03.2006, Бюл. № 3, 2006 р.

(72) Мартинюк Тетяна Борисівна, Бітюкова Жанна Олексіївна, Юрченко Марія Олегівна, Грендач Максим Михайлович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Комірка однорідної структури, яка містить мультиплексор, демультіплексор, арифметично-логічний елемент та блок налаштування, який містить RS-тригер і елемент I, причому інформаційні входи першої групи комірки з'єднані з інформаційними входами мультиплексора, керуючий вхід демультіплексора з'єднаний з однойменним входом мультиплексора, виходи демультіплексора з'єднані з інформаційними виходами першої групи комірки, інформаційні входи другої групи якої з'єднані з другим входом арифметично-логічного елемента, яка відрізняється тим, що вона містить перший і другий регістри, мініматор, а блок налаштування містить елементи АБО-НІ, АБО і елемент затримки, причому виходи першого регістра з'єднані з інформаційними входами демультіплексора, другі інформаційні виходи якого з'єднані з пер-

шими входами арифметично-логічного елемента і мініматора, інформаційні входи третьої групи комірки з'єднані з другими входами мініматора, виходи якого з'єднані з входами другого регістра, виходи якого є інформаційними виходами третьої групи комірки, інформаційні входи другої групи комірки з'єднані також з інформаційними виходами другої групи комірки, виходи арифметично-логічного елемента з'єднані з інформаційними входами блока налаштування та другими інформаційними входами мультиплексора, інформаційні виходи якого з'єднані з входами першого регістра, виходи елемента АБО-НІ є інформаційними входами блока налаштування, а вихід елемента АБО-НІ з'єднаний з першими входами елементів АБО та I, другий вхід елемента АБО з'єднаний з входом початкового встановлення пристрою, а вихід з'єднаний з R-входом RS-тригера, S-вихід якого з'єднаний з входом дозволу пристрою, а інверсний вихід з'єднаний з другим входом елемента I та керуючим входом демультіплексора і мультиплексора, вихід елемента I з'єднаний з входом елемента затримки, вихід якого є виходом скиду комірки, вхід скиду якої з'єднаний з входом скиду першого регістра і входом ознаки нуля мініматора.

Корисна модель відноситься до обчислювальної техніки і призначена для оброблення масивів даних у пристроях розпізнавання на базі матричних або систолічних процесорів.

Відома комірка однорідного середовища [а.с. СРСР №1397899, кл G06F7/00, 1986р.], яка містить два регістри команд, три дешифратора, три арифметично-логічних елементи, чотири елементи затримки, п'ять мультиплексорів і п'ять демультіплексорів, причому інформаційні входи першого, другого та третього мультиплексорів з'єднані з

інформаційними входами комірки, входи налаштування першої групи якої з'єднані з входами налаштування першого регістра команд, вхід налаштування якого з'єднаний з першим виходом налаштування комірки, інформаційні виходи якої з'єднані з виходами першого, другого, третього та четвертого демультіплексорів, перший вихід першого регістра команд з'єднаний з входом першого дешифратора, вихід якого з'єднаний з входом налаштування першого арифметично-логічного елемента, інформаційні входи якого з'єднані з вихо-

UA (19) 13107 (13) U

дами першого та другого мультиплексорів, керуючі входи яких з'єднані з другим виходом першого регістра команд, третій вихід якого з'єднаний з керуючим входом першого елемента затримки, інформаційний вхід якого з'єднаний з виходом першого арифметично-логічного елемента, вихід першого елемента затримки з'єднаний інформаційним входом першого демультимплексора, керуючий вхід якого з'єднаний четвертим виходом першого регістра команд п'ятий вихід якого з'єднаний з керуючими входами другого; третього та четвертого демультимплексорів, інформаційний вхід другого демультимплексора з'єднаний з виходом другого елемента затримки, вхід якого з'єднаний з виходом третього мультиплексора, керуючий вхід якого з'єднаний з шостим виходом першого регістра команд вихід другого елемента затримки з'єднаний з входом третього елемента затримки, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом третього демультимплексора, крім того, інформаційні входи комірки з'єднані з інформаційними входами четвертого та п'ятого мультиплексорів, виходи яких з'єднані з інформаційними входами другого арифметично-логічного елемента, входи налаштування якого з'єднані з виходом другого дешифратора, вхід якого з'єднаний з першим виходом другого регістра команд, другий вихід якого з'єднаний з керуючим входом четвертого елемента затримки, інформаційний вхід якого з'єднаний з виходом другого арифметично-логічного елемента та першим інформаційним входом третього арифметично-логічного елемента, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом четвертого демультимплексора, а другий інформаційний вхід та вхід налаштування третього арифметично-логічного елемента з'єднані відповідно з виходом першого арифметично-логічного елемента та виходом третього дешифратора, входи якого з'єднані з сьомим виходом першого регістра команд та третім виходом другого регістра команд, четвертий вихід якого з'єднаний з керуючими входами четвертого та п'ятого мультиплексора, п'ятий, шостий та сьомий виходи другого регістра команд з'єднані відповідно з керуючими входами другого демультимплексора, третього мультиплексора та п'ятого демультимплексора, інформаційний вхід якого з'єднаний з виходом четвертого елемента затримки, виходи п'ятого демультимплексора з'єднані з інформаційними входами комірки, входи налаштування другої групи якої з'єднані з входами налаштування другого регістра команд, вихід налаштування якого з'єднаний з другим виходом налаштування комірки.

Функціональні можливості відомої комірки однорідного середовища дозволяють виконати операції над чотирма змінними, функції умовних переходів та функції самодіагностування, що, разом з тим, не дає можливості використовувати її для створення матричних структур з перспективною областю застосування, зокрема для розпізнавання (класифікації) масивів даних.

Відома комірка однорідної структури [а.с. СРСР №1372322, кл. G06F7/00, 1988р.], яка містить тригер, перший та другий елементи HI, вісім елементів I та три елементи АБО, причому перший вхід комірки з'єднаний з входом першого елемента

HI та першими входами першого, другого та третього елементів I, другі входи яких з'єднані з другим входом комірки та першими входами четвертого та п'ятого елементів I, другі входи яких з'єднані з виходом першого елемента HI, вихід першого елемента I з'єднаний з першим входом першого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з третім входом другого елемента I, першим входом шостого елемента I, третім входом комірки та входом другого елемента HI, вихід якого з'єднаний з третім входом третього елемента I, четвертий вхід якого з'єднаний з третім входом п'ятого елемента I, першими входами сьомого та восьмого елементів I, четвертим входом та першим виходом комірки, п'ятий вхід якого з'єднаний з першим входом другого елемента АБО, другий та третій входи якого з'єднані з входами третього елемента I та сьомого елемента I, другий вхід якого з'єднаний з третім входом першого елемента АБО, виходом четвертого елемента I та першим входом третього елемента АБО, другий та третій входи якого з'єднані з входами другого та п'ятого елементів I, виходи першого, другого та третього елементів АБО з'єднані з другим, третім та четвертим виходами комірки, шостий вхід якої з'єднаний з другими входами шостого та восьмого елементів I та п'ятим виходом комірки, третій вхід четвертого елемента I з'єднаний з виходом тригера, додатково містить третій та четвертий елементи HI, дев'ятий, десятий та одинадцятий елементи I, четвертий та п'ятий елементи АБО, причому перший вхід комірки з'єднаний з першими входами дев'ятого, десятого та одинадцятого елементів I, другі входи яких з'єднані з виходом тригера, виходом третього елемента HI та другим входом комірки відповідно, а треті входи дев'ятого, десятого та одинадцятого елементів I з'єднані з шостим входом комірки та входом четвертого елемента HI, вихід якого з'єднаний з четвертим входом другого елемента I, вихід першого елемента HI з'єднаний з третіми входами шостого та восьмого елементів I, виходи яких з'єднані з першими входами четвертого та п'ятого елементів АБО, другі входи яких з'єднані з входами одинадцятого та десятого елементів I, а виходи четвертого та п'ятого елементів АБО з'єднані з одиничним і нульовим входами тригера, вхід третього елемента HI з'єднаний з другим входом комірки, четвертий вхід третього елемента I з'єднаний з виходом дев'ятого елемента I.

Відома комірка виконує: а) інформаційний пошук, який містить пошук максимального елемента, пошук мінімального елемента, розбиття масиву на три підмножини; б) перетворення структур, що містить розширення, стиснення, зваження; в) пересування даних, що містить запис інформації у стовпець, зсув даних. Але цей набір операцій є недостатнім для реалізації класифікації масивів даних на таких однорідних структурах.

Найбільш близькою за технічною суттю є комірка однорідної структури [а.с. СРСР №1363180, кл. G06F7/00, 1987р.], яка містить мультиплексор, три демультимплексори, арифметично-логічний елемент та блок налаштування, який містить лічильник, D-тригер, елемент I, два елементи HI, RS-тригер та чотири елементи I-HI, причому інформа-

ційні входи першої групи комірки з'єднані з інформаційними входами мультиплексора, вихід якого з'єднаний з першим входом арифметично-логічного елемента, перший вихід якого з'єднаний з інформаційним входом першого демультимплексора, керуючі входи якого з'єднані з однойменними входами мультиплексора, першим та другим виходами лічильника, виходи якого є першим та другим виходами блока налаштування, третій вихід якого з'єднаний з виходом D-тригера, виходи першого демультимплексора з'єднані з інформаційними входами першої групи комірки, перший вхід блока налаштування з'єднаний з першими входами елемента I, першого елемента I-HI та входом першого елемента HI, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом D-тригера, інверсний вихід якого з'єднаний з другим входом елемента I, вихід якого з'єднаний з входом лічби лічильника, вхід скиду якого з'єднаний з однойменними входами D-тригера та RS-тригера та входом початкового встановлення блока налаштування, другий вхід якого з'єднаний з входом елемента HI та другим входом першого елемента I-HI, вихід якого з'єднаний з одиничним входом RS-тригера, прямий вихід якого з'єднаний з першими входами другого, третього та четвертого елементів I-HI, другі входи яких з'єднані відповідно з першим та другим входами лічильника та прямим виходом D-тригера, настановні входи яких з'єднані відповідно з виходами другого, третього та четвертого елементів I-HI, перший та другий вихід блока налаштування з'єднані з керуючими входами другого та третього демультимплексорів, входи синхронізації яких з'єднані з однойменними входами мультиплексора та першого демультимплексора та з третім виходом блока налаштування, перший та другий входи якого з'єднані з входами налаштування першої та другої груп комірки та інформаційними входами другого та третього демультимплексорів, виходи яких з'єднані з входами налаштування першої та другої груп комірки, інформаційні входи другої групи якої з'єднані з другим входом арифметично-логічного елемента, другий вихід якого з'єднаний з інформаційними виходами другої групи комірки.

Відома комірка однорідної структури при певному налаштуванні здатна виконувати зворотну та незворотну комутацію зв'язків в однорідній структурі, що є недостатнім функціональним базисом при створенні, наприклад, однорідних (матричних) структур для класифікації масивів даних.

В основу корисної моделі поставлена задача створення комірки однорідної структури, в якій в результаті введення нових вузлів та зв'язків досягається можливість виконання в однорідній структурі операцій визначення мінімального елемента та віднімання його у стовпцях матриці і транспозиції нулів між сусідніми комірками з поступовим виключенням із процесу оброблення нульових рядків матриці, які визначають відповідний поточний мінімальний масив даних, що дозволяє реалізувати класифікацію масивів даних, тобто розширити функціональні можливості як комірки, так і однорідної структури на цих комірках.

Поставлена задача вирішується тим, що в комірці однорідної структури, яка містить мультип-

лексор, демультимплексор, арифметично-логічний елемент та блок налаштування, який містить RS-тригер і елемент I, причому інформаційні входи першої групи комірки з'єднані з інформаційними входами мультиплексора, керуючий вхід демультимплексора з'єднаний з однойменним входом мультиплексора, виходи демультимплексора з'єднані з інформаційними виходами першої групи комірки, інформаційні входи другої групи якої з'єднані з другим входом арифметично-логічного елемента, введени перший і другий регістри, мініматор, а блок налаштування містить елементи АБО-HI, АБО і елемент затримки, причому виходи першого регістра з'єднані з інформаційними входами демультимплексора, другі інформаційні входи якого з'єднані з першими входами арифметично-логічного елемента і мініматора, інформаційні входи третьої групи комірки з'єднані з другими входами мініматора, виходи якого з'єднані з входами другого регістра, виходи якого є інформаційними виходами третьої групи комірки, інформаційні входи другої групи комірки з'єднані також з інформаційними виходами другої групи комірки, виходи арифметично-логічного елемента з'єднані з інформаційними входами блока налаштування та другими інформаційними входами мультиплексора, інформаційні входи якого з'єднані з входами першого регістра, входи елемента АБО-HI є інформаційними входами блока налаштування, а вихід елемента АБО-HI з'єднаний з першими входами елементів АБО та I, другий вхід елемента АБО з'єднаний з входом початкового встановлення пристрою, а вихід з'єднаний з R-входом RS-тригера, S-вхід якого з'єднаний з входом дозволу пристрою, а інверсний вихід з'єднаний з другим входом елемента I та керуючим входом демультимплексора і мультиплексора, вихід елемента I з'єднаний з входом елемента затримки, вихід якого є виходом скиду комірки, вхід скиду якої з'єднаний з входом скиду першого регістра і входом ознаки нуля мініматора.

На Фіг.1 подана структурна схема комірки однорідної структури, на Фіг.2 показана схема однорідної структури.

Комірка $1_{i,j}$ однорідної структури (Фіг.1) містить мультиплексор 2, арифметично-логічний елемент (АЛЕ) 3, мініматор 4, регістри 5, 6, демультимплексор 7, блок 8 налаштування, до якого входять елемент АБО-HI 9, RS-тригер 10, елементи АБО 11, I 12 та елемент затримки 13. Виходи регістра 5 з'єднані через другі інформаційні входи демультимплексора 7 з входами 14 АЛЕ 3 і входами 15 мініматора 4, перші інформаційні входи демультимплексора 7 з'єднані з інформаційними виходами 16 групи комірки $1_{i,j}$. Інформаційні входи 17 групи комірки $1_{i,j}$ з'єднані з входами 18 мініматора 4, виходи 19 якого з'єднані з входами регістра 6, виходи якого є інформаційними виходами 20 групи комірки $1_{i,j}$, інформаційні входи 21 групи комірки $1_{i,j}$ з'єднані з входами 22 АЛЕ 3 та інформаційними виходами 23 групи комірки $1_{i,j}$. Інформаційні виходи 24 АЛЕ 3 з'єднані з входами елемента АБО-HI 9 блока 8 налаштування та другими інформаційними входами мультиплексора 2, керуючий вхід 25 якого з'єднаний з інверсним виходом RS-тригера 10 блока 8 налаштування, а інформаційні виходи з'єднані

з входами 26 регістра 5. У блоці 8 налаштування вихід елемента АБО-НІ 9 з'єднаний з першими входами елементів АБО 11 та І 12, другий вхід елемента АБО 11 з'єднаний з входом 27 початкового встановлення пристрою, а вихід з'єднаний з R-входом RS-тригера 10, S-вхід якого з'єднаний з входом 28 дозволу пристрою, а інверсний вихід з'єднаний також з другим входом елемента І 12 і керуючим входом 29 демультимплектора 7. Вихід елемента І 12 блока 8 налаштування з'єднаний з входом елемента затримки 13, вихід якого є входом 30 скиду комірки $1_{i,j}$, вхід 31 скиду якої з'єднаний з входом скиду регістра 5 і входом ознаки нуля мініматора 4, а інформаційні входи 32 групи комірки $1_{i,j}$ з'єднані з першими інформаційними входами мультимплектора 2.

Однорідна структура (Фіг.2) містить m рядків по n комірок у кожному рядку, тобто має вигляд матриці комірок $1_{i,j}$ розмірністю $m \times n$. У кожному j -му стовпці ($j = \overline{1, n}$) всі комірки $1_{i,j}$ мають два інформаційні входи 20 і 23 груп, крім останньої комірки $1_{i,j}$, яка має інформаційні входи 20 групи, а також всі комірки $1_{i,j}$ мають два інформаційні входи 17 і 21 груп, крім першої комірки $1_{i,j}$, яка має інформаційні входи 21 групи. У кожному стовпці однорідної структури інформаційні входи 20 і 23 груп попередньої комірки $1_{i,j}$, ($j = \overline{1, m-1}$) з'єднані відповідно з інформаційними входами 17 і 21 груп наступної комірки $1_{i+1,j}$, а інформаційні входи 20 групи старшої комірки $1_{m,j}$ з'єднані з інформаційними входами 21 групи першої комірки $1_{i,j}$. У кожному рядку однорідної структури інформаційні входи 16 групи наступної комірки $1_{i,j}$, починаючи зі старшої $1_{i,n}$, з'єднані з інформаційними входами 32 групи попередньої комірки $1_{i,j-1}$, крім першої комірки $1_{i,1}$ кожного рядку, яка не має інформаційних входов 16 групи, а інформаційні входи 32 групи останніх комірок $1_{i,n}$ всіх рядків утворюють групу інформаційних входов пристрою. Вихід 30 скиду попередньої комірки $1_{i,j}$, ($j = \overline{1, n-1}$) у кожному рядку, крім останньої комірки $1_{i,n}$, з'єднаний з входом 31 скиду наступної комірки $1_{i,j+1}$. Крім того, вихід 30 скиду кожної комірки $1_{i,1}$ першого стовпця є входом 33, ознаки нуля відповідного i -го рядку. На схемі однорідної структури (Фіг.2) не показано вхід 27 початкового встановлення пристрою і вхід 28 дозволу пристрою, які є загальними і підключені до кожної комірки $1_{i,j}$.

Комірка $1_{i,j}$ однорідної структури (Фіг.1) працює таким чином. Вона виконує такі операції:

а) запис даних у комірку $1_{i,j}$ по інформаційних входах 32 групи і передачу даних з комірки $1_{i,j}$ по інформаційних виходах 16 групи;

б) визначення мінімального значення серед двох: першого, що подається у комірку $1_{i,j}$ по інформаційних входах 17 групи, і другого, що знаходиться у комірці $1_{i,j}$, і передачу мінімального значення по інформаційних виходах 20 групи;

в) формування різниці двох значень: першого, що знаходиться у комірці $1_{i,j}$, і другого, що надходить по інформаційних входах 21 групи;

г) транспозицію даних між сусідніми комітками $1_{i,j}$ і $1_{i,j+1}$ ($j = \overline{1, n-1}$) з просуванням праворуч на одну

позицію нульових значень даних з використанням входов 30 скиду і входов 31 скиду відповідних комірок; д) транзит даних через комірку $1_{i,j}$ з інформаційних входов 21 групи на інформаційні виходи 23 групи комірки $1_{i,j}$.

Запис даних у комірку $1_{i,j}$ по її інформаційних входах 32 групи виконується таким чином. Для встановлення комірки $1_{i,j}$ у початковий стан на її вхід 27 початкового встановлення пристрою подається одиничний сигнал через елемент АБО 11 на R-вхід RS-тригера 10 блока 8 налаштування. В результаті на його інверсному виході встановлюється одиничний сигнал, який подається на керуючі входи 25 мультимплектора 2 і 29 демультимплектора 7, що дозволяє проходження даних з інформаційних входов 32 групи комірки $1_{i,j}$ через мультимплектор 2 на інформаційні входи 26 регістра 5 і одночасне проходження даних з інформаційних входов регістра 5 через перші інформаційні входи демультимплектора 7 на інформаційні виходи 16 групи комірки $1_{i,j}$.

Для визначення мінімального значення серед двох операндів перший операнд подається з двох інформаційних входов демультимплектора 7 на входи 15 мініматора 4, на входи 18 якого подається другий операнд з інформаційних входов 17 групи комірки $1_{i,j}$. Результат, тобто мінімальне значення, з входов 19 мініматора 4 записується у регістр 6, з входов якого подається на інформаційні входи 20 групи комірки $1_{i,j}$.

Для формування різниці двох операндів задіяно АЛЕ 3, на входи 14 якого через другі інформаційні входи демультимплектора 7 подається перший операнд, який знаходиться в регістрі 5 комірки $1_{i,j}$, а на його входи 22 подається другий операнд з інформаційних входов 21 групи комірки 1. Результат, тобто різниця двох операндів з входов 24 АЛЕ 3 подається на другі інформаційні входи мультимплектора 2 і записується по входах 26 у регістр 5 за умови, якщо на керуючому вході 25 мультимплектора 2 присутній нульовий сигнал. Цей сигнал формується у тому випадку, якщо різниця на виходах 24 АЛЕ 3 не є нульовою, а отже, на виході елемента АБО-НІ 9 блока 8 налаштування присутній нульовий сигнал, який подається через елемент АБО 11 на R-вхід RS-тригера 10 і при наявності одиничного сигналу на вході 28 дозволу пристрою встановлює RS-тригер в одиничний стан. Отже на інверсному виході RS-тригера 10 блока 8 налаштування присутній нульовий сигнал, який подається на керуючий вхід 25 мультимплектора 2 і одночасно на керуючий вхід 29 демультимплектора 7, що забезпечує передачу даних з регістра 5 на входи 14 АЛЕ 3.

Транспозиція даних між сусідніми комітками $1_{i,j}$ і $1_{i,j+1}$ ($j = \overline{1, n-1}$) відбувається тоді, коли у комірці $1_{i,j}$ дані дорівнюють нулю, а у комірці $1_{i,j+1}$ - не дорівнюють нулю. У цьому випадку на виході елемента АБО-НІ 9 блока 8 налаштування комірки $1_{i,j}$ формується одиничний сигнал, який через елемент АБО 11 подається на R-вхід RS-тригера 10 і встановлює його в нульовий стан. В результаті одиничний сигнал на його інверсному виході дозволяє проходження даних з комірки $1_{i,j+1}$, що подається на інформаційні входи 32 групи комірки $1_{i,j}$, через

мультиплексор 2 на входи 26 регістра 5. Після цього одиничні сигнали з інверсного виходу RS-тригера 10 і елемента АБО-НІ 9 блока 8 налаштування проходять через елемент І 12 і елемент 13 затримки, в результаті одиничний сигнал з'являється на виході 30 скиду комірki 1_{ij} і, будучи поданим з певною затримкою на вхід 31 скиду комірki 1_{ij+1} , викликає обнуління її регістра 5 і переведення в транзитний режим роботи мініматора 4. Таким чином виконується просування праворуч на одну позицію нульових значень даних і ліворуч на одну позицію ненульових даних між сусідніми комірками 1_{ij} і $1_{i,j+1}$ ($j = \overline{1, n-1}$), а також виключення нульових операндів з операції визначення мінімального значення серед двох операндів комірki 1_{ij+1} .

Класифікація масивів даних в однорідній структурі (Фіг.2) виконується таким чином. На інформаційні входи 32 групи комірок $1_{i,n}$ останнього стовпця однорідної структури подається відповідний масив чисел S_i ($j = \overline{1, m}$) по n чисел $a_{i,j}^0$ ($j = \overline{1, n}$) у

кожному, починаючи з молодшого числа $a_{i,1}^0$.

Запис виконується за n кроків, при цьому задіано у кожному рядку інформаційні входи 16 групи старшої комірki 1_{ij} , ($j = \overline{2, n}$) та інформаційні входи 32 групи молодшої комірki $1_{i,j-1}$. В результаті в однорідну структуру записано двомірну матрицю A^0 розміром $m \times n$ виду

$$A^0 = \begin{pmatrix} a_{1,1}^0 & a_{1,2}^0 & \dots & a_{1,j}^0 & \dots & a_{1,n}^0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i,1}^0 & a_{i,2}^0 & \dots & a_{i,j}^0 & \dots & a_{i,n}^0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m,1}^0 & a_{m,2}^0 & \dots & a_{m,j}^0 & \dots & a_{m,n}^0 \end{pmatrix} = (A_1^0 \dots A_j^0 \dots A_n^0) \quad (1)$$

де рядки представляють собою відповідні масиви чисел $S_i = (a_{i,1}^0, \dots, a_{i,j}^0, \dots, a_{i,n}^0)$, ($i = \overline{1, m}$).

Як тільки заповнюються комірki 1_{ij} однорідної структури, можна розпочинати процес оброблення. Спочатку для комірок $1_{i,2k-1}$ ($k = \overline{1, K}$, $K = \lfloor \frac{n}{2} \rfloor$) непарних стовпців однорідної структури виконується визначення мінеlementsа

$$q_{2k-1}^0 = \min_i a_{i,2k-1}^0 \quad (2)$$

послідовно, починаючи з першого елемента кожного $(2k-1)$ -го стовпця матриці $A^0(1)$. При цьому задіано інформаційні входи 20 групи та інформаційні входи 17 групи відповідної комірki $1_{i,2k-1}$. Остаточний результат формується на інформаційних виходах 20 групи комірki $1_{m,2k-1}$. Потім виконується послідовне віднімання мінеlementsа q_{2k-1}^0 від кожного елемента комірок $1_{i,2k-1}$ непарних $(2k-1)$ - х стовпців однорідної структури, починаючи з пер-

шого елемента, і одночасно транспозиція нулів з парних $2k$ -х стовпців однорідної структури, тобто між сусідніми комірками $1_{i,2k}$ і $1_{i,2k+1}$. При цьому задіано інформаційні входи 21 групи та інформаційні входи 23 групи відповідної комірki $1_{i,2k-1}$ (для віднімання), а також вихід 30 скиду і вхід 31 скиду відповідних комірок $1_{i,2k}$ і $1_{i,2k+1}$ (для транспозиції нулів). Із затримкою на один крок для комірок $1_{i,2k}$ парних стовпців однорідної структури виконується визначення мінеlementsа

$$q_{2k}^0 = \min_i a_{i,2k}^0 \quad (3)$$

послідовно, починаючи з першого елемента $2k$ -го стовпця матриці $A^0(1)$.

Ці дії виконуються послідовно у конвеєрному режимі до моменту t появи одиничного сигналу на виході 33 комірki 1_{ij} , що свідчить про появу рядка матриці A^t , який містить всі нульові елементи ($t = \overline{1, N}$). Номер цього рядка визначає масив чисел S_i , сума елементів якого є мінімальною. В подальшому цей i -й рядок з оброблення виключається завдяки зв'язкам з виходів 30 скиду на входи 31 скиду, тобто на вхід ознаки нуля мініматора 4 відповідних комірок 1_{ij} і процес продовжується.

Кожний наступний нульовий рядок матриці A^l вказує на масив чисел, сума елементів якого є мінімальною серед тих масивів (рядків матриці A^l), які ще приймають участь в обробленні. Оброблення триває до тих пір, поки не стануть нульовими всі рядки матриці A^N . Останній нульовий рядок матриці A^N відповідає масиву чисел, що має максимальну суму елементів. Таким чином виконується класифікація p - вимірних образів $S_i = (a_{i,1}^0, \dots, a_{i,n}^0)$ по m класах $C = (C_1, \dots, C_l, \dots, C_m)$ ($l = \overline{1, m}$), де належність S_i , класу C_l визначається

за максимумом функції $\sum_{j=1}^n a_{i,j}^0$.

У таблиці наведено приклад класифікації чотиривимірних образів S_i ($i = \overline{1, 4}$) по 4-х класах $C = (C_1, \dots, C_4)$:

$$S_1 = (25, 16, 12, 8),$$

$$S_2 = (14, 9, 6, 20),$$

$$S_3 = (10, 22, 31, 5),$$

$$S_4 = (13, 7, 21, 29).$$

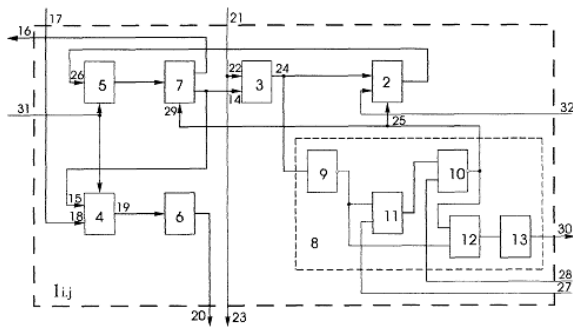
Показано, що визначення масиву даних за максимальним значенням суми його елементів виконується за 13 циклів, з яких 4 цикли витрачаються на запис в однорідну структуру. Затемнені комірki таблиці відповідають коміркам однорідної матриці, між якими відбувається транспозиція нулів.

Таблиця

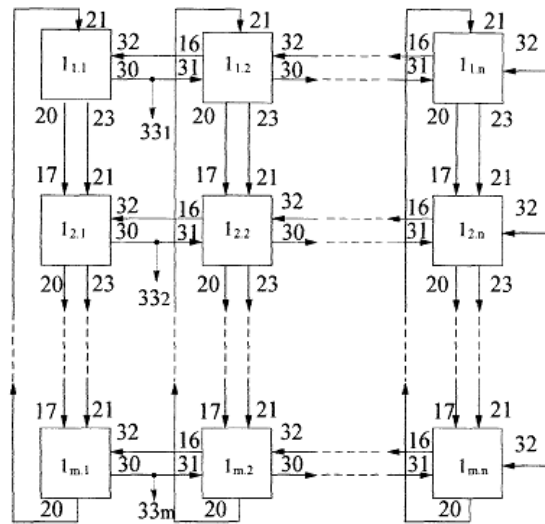
Цикл	Матриця під час оброблення				Матриця після оброблення				Коментар	Результат
1	2				3				4	5
1	-	-	-	-	-	-	-	14	Запис елементів першого стовпця	
	-	-	-	-	-	-	-	10		
	-	-	-	-	-	-	-	24		
	-	-	-	-	-	-	-	23		
2	-	-	-	14	-	-	14	9	Запис елементів другого стовпця	
	-	-	-	10	-	-	10	21		
	-	-	-	24	-	-	24	18		
	-	-	-	23	-	-	23	10		
3	-	-	14	9	-	14	9	6	Запис елементів третього стовпця	
	-	-	10	21	-	10	21	8		
	-	-	24	18	-	24	18	30		
	-	-	23	10	-	23	10	10		
4	-	14	9	6	14	9	6	3	Запис елементів четвертого стовпця	
	-	10	21	8	10	21	8	2		
	-	24	18	30	24	18	30	11		
	-	23	10	10	23	10	10	22		
5	14	9	6	3	14	9	6	3	Пошук мінімумів у непарних стовпцях	
	10	21	8	2	10	21	8	2		
	24	18	30	11	24	18	30	11		
	23	10	10	22	23	10	10	22		
min					10		6			
6	14-10	9	6-6	3	4	9	0	3	Віднімання у непарних стовпцях, транспозиція нулів з парних стовпців, пошук мінімумів у парних стовпцях	
	10-10	21	8-6	2	0	21	2	2		
	24-10	18	30-6	11	14	18	24	11		
	29-10	10	10-6	22	19	10	4	22		
min						9		2		
7	4	9-9	0	3-2	4	0	1	0	Віднімання у парних стовпцях, транспозиція нулів з непарних стовпців, пошук мінімумів у непарних стовпцях	
	0	21-9	2	2-2	12	0	2	0		
	14	18-9	24	11-2	14	9	24	9		
	13	10-9	4	22-2	13	1	4	20		
min					4		1			
8	4-4	0	1-1	0	-	-	-	-	Віднімання у непарних стовпцях, транспозиція нулів з парних стовпців, виключення першого рядка, пошук мінімумів у парних стовпцях	Мінімальний масив S ₁
	12-4	0	2-1	0	8	1	0	0		
	14-4	9	24-1	9	10	9	23	9		
	13-4	1	4-1	20	9	1	3	20		
min						1		0		
9	-	-	-	-	-	-	-	-	Віднімання у парних стовпцях, транспозиція нулів з непарних стовпців, пошук мінімумів у непарних стовпцях	
	8	1-1	0	0-0	8	0	0	0		
	10	9-1	23	9-0	10	8	23	9		
	9	1-1	3	20-0	9	0	3	20		
min					8		0			
10	-	-	-	-	-	-	-	-	Віднімання у непарних стовпцях, транспозиція нулів з парних стовпців, виключення другого рядка, пошук мінімумів у парних стовпцях	Поточний мінімальний масив 2
	8-8	0	0-0	0	-	-	-	-		
	10-8	8	23-0	9	2	8	23	9		
	9-8	0	3-0	20	1	3	0	20		
min						3		9		
11	-	-	-	-	-	-	-	-	Віднімання у парних стовпцях, транспозиція нулів з непарних стовпців, пошук мінімумів у непарних стовпцях	
	-	-	-	-	-	-	-	-		
	2	8-3	23	9-9	2	5	23	0		
	1	3-3	0	20-9	1	0	11	0		
min					1		11			

Продовження табл.

1	2				3				4	5
12	-	-	-	-	-	-	-	-	Віднімання у непарних стовпцях, транспозиція нулів з парних стовпців, виключення четвертого рядка, пошук мінімумів у парних стовпцях	Поточний мінімальний масив 84
	-	-	-	-	-	-	-	-		
	2-1	5	23-11	0	1	5	12	0		
	1-1	0	11-11	0	-	-	-	-		
min					5		0			
13	-	-	-	-	-	-	-	-	Віднімання у парних стовпцях, транспозиція нулів з непарних стовпців, пошук мінімумів у непарних стовпцях	
	-	-	-	-	-	-	-	-		
	1	5-5	12	0-0	1	0	12	0		
	-	-	-	-	-	-	-	-		
min					1		12			
14	-	-	-	-	-	-	-	-	Віднімання у непарних стовпцях, транспозиція нулів з парних стовпців, виключення третього рядка	Максимальний масив 83
	-	-	-	-	-	-	-	-		
	1-1	0	12-12	0	-	-	-	-		
	-	-	-	-	-	-	-	-		
min										



Фіг. 1



Фіг. 2