

3. *Pal U.* Automatic cell segmentation in cyto- and histometry using dominant contour feature points / U. Pal, K. Rodenacker, B.B. Chaudhuri // *Analytical Cellular Pathology.* – IOS Press - 17 – 1998 – pp.243–250.
4. *Nixon Mark S.* Feature Extraction & Image Processing for Computer Vision / Mark S. Nixon and Alberto S. Aguado // *Academic Press.* – 2012 – 632 P.
5. *Chora's Ryszard S.* Image Feature Extraction Techniques and Their Applications for CBIR and Biometrics Systems / Ryszard S. Chora's // *International Journal of Biology And Biomedical Engineering.* - Issue 1, - Vol. 1, - 2007 – pp. 6-16.
6. *Mukundan R.* A new class of rotational invariants using discrete orthogonal moments. / R. Mukundan // *Proceedings of the 6th IASTED Conference on Signal and Image Processing,* - 2004. - pp. 80–84.
7. *Chou Yi-Hong* Stepwise logistic regression analysis of tumor contour features for breast ultrasound diagnosis / Yi-Hong Chou, Chui-Mei Tiu, Guo-Shian Hung, Shiao-Chi Wu, Tiffany Y Chang, Huihua Kenny Chiang // *Ultrasound in Medicine & Biology* Volume 27, Issue 11, November 2001, - pp.1493–1498.
8. *Cheng J.Z.* Computer-aided US diagnosis of breast lesions by using cell-based contour grouping. / Cheng J.Z., Chou Y.H., Huang C.S., Chang Y.C., Tiu C.M., Chen K.W., Chen C.M. // *Radiology.* – 2010. – Jun - 255(3) – pp. 746-54.
9. *Pedronette D.* Shape Retrieval using Contour Features and Distance Optimization./ Daniel Carlos Guimarães Pedronette, Ricardo da Silva Torres// *Proceedings of the Fifth International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP 2010), Angers,* - France. - May 17-21,- Volume 2, - 2010.
10. *Ersoy Ilker* Multi-Feature Contour Evolution for Automatic Live Cell Segmentation in Time Lapse Imagery / Ilker Ersoy, Kannappan Palaniappan // *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* - 2008; - №1. – pp. 371–374.

*Поступила 6.10.2016р.*

УДК 004.032.24

І.Г. Цмоць, д.т.н., проф., В.Я. Антонів, аспірант  
 Національний університет «Львівська політехніка»

В.Г. Рабик, к.т.н., доц., Львівський національний університет ім. І. Франка

### **МЕТОД ВЕРТИКАЛЬНО-ПАРАЛЕЛЬНОГО ОБЧИСЛЕННЯ МАКСИМАЛЬНИХ І МІНІМАЛЬНИХ ЧИСЕЛ У МАСИВАХ**

**Анотація.** Розроблено метод вертикально-паралельного обчислення максимального і мінімального чисел у одновимірному та двовимірному масивах. Відображено алгоритми вертикально-паралельного обчислення максимального і мінімального чисел у вигляді потокових графів.

**Ключові слова:** метод, вертикально-паралельне обчислення, максимальне, мінімальне, масив, потоковий граф.

### **Постановка проблеми.**

При неймережевому опрацюванні даних і реалізації алгоритмів Data Mining виникає необхідність нормалізації вхідних даних. Така операція вимагає попереднього обчислення максимальних і мінімальних значень у масиві. Метод сортування витісненням ґрунтується на базовій операції обчислення максимальних (мінімальних) значень. При опрацюванні даних вимірювань використовується операція обчислення максимальних (мінімальних) значень.

У всіх цих застосуваннях вимагається висока швидкодія обчислення максимальних і мінімальних чисел у масиві.

Тому *актуальною проблемою* є підвищення швидкодії обчислення максимального та мінімального значень із масиву чисел.

### **Аналіз остатніх досліджень та публікацій.**

Відомі методи обчислення максимального та мінімального чисел із масиву чисел, які ґрунтуються на операції послідовного попарного порівняння чисел масиву та формуванні біжучого максимального (мінімального) числа. За результатами кожного порівняння формується біжуче максимальне (мінімальне) число. Кількість таких операцій визначається розмірністю масиву [1-4].

Відомі порозрядні методи та алгоритми обчислення максимального і мінімального чисел із масиву [5-8]. Дані методи та алгоритми обчислення в основному орієнтовані на синхронну та асинхронну матричну апаратну реалізацію.

З аналізу літературних джерел видно, що недоліком відомих методів та алгоритмів обчислення максимального та мінімального значень із масиву чисел є надходження та опрацювання даних у паралельному коді. .

*Метою роботи* є розроблення методу та потокових графів алгоритмів вертикально-паралельного обчислення максимальних і мінімальних чисел.

### **Основний матеріал.**

Вертикально-паралельний метод обчислення максимального  $D_{max}$  і мінімального  $D_{min}$  чисел у одновимірному  $\{D_k\}_{k=1}^N$  та двовимірному  $\{D_{kj}\}_{k=1; j=1}^{N;M}$  масивах передбачає паралельне надходження  $N$  чисел розрядними зрізами старшими розрядами уперед [9]. Обчислення максимального  $D_{max}$  і мінімального  $D_{min}$  чисел у одновимірному масиві  $\{D_k\}_{k=1}^N$  за даним методом ґрунтується на виконанні  $n$  однотипних базових макрооперацій, де  $n$  – розрядність чисел.

Базова макрооперація обчислення максимального числа  $D_{max}$  у одновимірному масиві  $\{D_k\}_{k=1}^N$  реалізується за три етапи та використовує такі операції:

1) формування значення  $i$ -о розрядного ( $i=1, \dots, n$ ) зрізу  $P_i$  за формулою:

$$P_i = \bigvee_{k=1}^N D_{ik} \wedge y_{ik}, \quad (1)$$

де  $D_{ik}$  – значення  $i$ -о розряду  $k$ -о числа масиву,  $y_{ik}$  – значення  $k$ -о розряду  $i$ -о слова управління, значення 1-о слова управління дорівнює  $y_{11}=y_{12}=\dots=y_{1k}=\dots=y_{1N}=1$ ;

2) визначення  $i$ -о розряду максимального числа  $D_{\max i}$  за виразом:

$$D_{\max i} = \begin{cases} 0, & \text{коли } P_i = 0 \\ 1, & \text{коли } P_i = 1 \end{cases}; \quad (2)$$

3) формування  $k$  розрядів  $(i+1)$ -о слова управління за формулою:

$$y_{(i+1)k} = \begin{cases} 0, & \text{коли } P_i = 1, D_{ki} \neq y_{ik} \\ 1, & \text{коли } P_i = D_{ki} = y_{ki} = 1 \\ y_{ki}, & \text{коли } P_i = 0 \end{cases}. \quad (3)$$

Обчислення мінімального числа  $D_{\min}$  у одновимірному масиві  $\{D_k\}_{k=1}^N$  ґрунтується на базовій макрооперації, яка реалізується за такі три етапи:

1) формування значення  $i$ -о розрядного зрізу  $P_i$ , яке виконується за формулою:

$$P_i = \bigvee_{k=1}^N \bar{D}_{ik} \wedge y_{ik}, \quad (4)$$

де  $\bar{D}_{ik}$  – інверсне значення  $i$ -о розряду  $k$ -о числа масиву,  $y_{ik}$  – значення  $k$ -о розряду  $i$ -о слова управління, значення 1-о слова управління дорівнює  $y_{11}=y_{12}=\dots=y_{1k}=\dots=y_{1N}=1$ ;

2) визначення  $i$ -о розряду мінімального числа  $D_{\min i}$  за виразом:

$$D_{\min i} = \begin{cases} 0, & \text{коли } P_i = 1 \\ 1, & \text{коли } P_i = 0 \end{cases}; \quad (5)$$

3) формування  $k$  розрядів  $(i+1)$ -о слова управління, яке здійснюється за виразом:

$$y_{(i+1)k} = \begin{cases} 0, & \text{коли } P_i = 1, \bar{D}_{ki} \neq y_{ik} \\ 1, & \text{коли } P_i = \bar{D}_{ki} = y_{ki} = 1 \\ y_{ki}, & \text{коли } P_i = 0 \end{cases}. \quad (6)$$

Визначення максимального  $D_{\max}$  та мінімального  $D_{\min}$  чисел в двовимірному масиві  $\{D_{kj}\}_{k=1; j=1}^{N;M}$  ґрунтується на базових макроопераціях, які виконуються за формулами відповідно (1)-(3) та (4)-(6). Різниця визначення максимального  $D_{\max}$  (мінімального  $D_{\min}$ ) числа в двовимірному масиві

$\{D_{kj}\}_{k=1; j=1}^{N;M}$  полягає у тому, що після виконання кожних  $n$  базових операцій над одновимірним масивом із  $(N+1)$  до участі в обчисленні долучається максимальне (мінімальне) число нового  $j$ -о одновимірного масиву та здійснюється запис одиниць у всі розряди регістра правління. Обчислення максимального (мінімального) числа в двовимірному масиві  $\{D_{kj}\}_{k=1; j=1}^{N;M}$  вимагає виконання  $M \times n$  базових операцій.

Особливістю розглянутого вертикально-паралельного методу обчислення максимальних і мінімальних чисел у масивах чисел є:

- використання однієї макрооперації;
- можливість використання розпаралелення та конвеєризації обчислень;
- можливість одночасного опрацювання  $N$  розрядних зрізів;
- час обчислення в основному визначається розрядністю чисел  $n$ , а не їх кількістю  $N$ .

**Графи алгоритмів вертикально-паралельного обчислення максимальних і мінімальних чисел.** Для оцінки обчислювальних і структурних характеристик алгоритмів вертикально-паралельного обчислення максимальних і мінімальних чисел використовується їх подання у вигляді функціонального графу алгоритму  $F=(\Phi, \Gamma)$ , де  $\Phi=\{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n\}$  – множина функціональних операторів, які відповідають операціям обчислення максимального (1) – (3) (мінімального (4) – (6)) числа,  $\Gamma$ - зв'язки між функціональними операторами [10]. Графічно функціональний граф алгоритму вертикально-паралельного обчислення максимального числа відображається у вигляді вершин, що відповідають операціям обчислення (1) – (3) та дуг, які відображають зв'язки між ними. Виявити паралелізм і знайти оптимальні просторово-часові рішення для реалізації алгоритму вертикально-паралельного обчислення максимального (мінімального) числа забезпечує подання його в ярусно-паралельній формі у вигляді потокового графу. Потоковий граф алгоритму вертикально-паралельного обчислення максимального числа наведений на рис.1, де  $y_{ik}$  – значення  $k$ -о розряду  $i$ -о слова управління,  $D_{ki}$  –  $i$ -й розряд  $k$ -о числа,  $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3$  – функціональні оператори, які виконують операції відповідно  $P_{ik} = D_{ik} \wedge y_{ik}$ ,

$$y_{(i+1)k} = (P_i \wedge D_{ki} \wedge y_{ik}) \vee (\bar{P}_i \vee y_{sk}), \quad P_i = \bigvee_{k=1}^N P_{ik}.$$

Розроблений потоковий граф забезпечує просторово-часове відображення процесу вертикально-паралельного обчислення максимального числа в одновимірному масиві для випадку коли всі  $N$  числа надходять одночасно. Аналогічну структуру має потоковий граф алгоритму вертикально-паралельного обчислення мінімального числа, який відрізняється тільки операціями, що реалізуються функціональним оператором  $\Phi_1 = \bar{D}_{ik} \wedge y_{ik}$ .

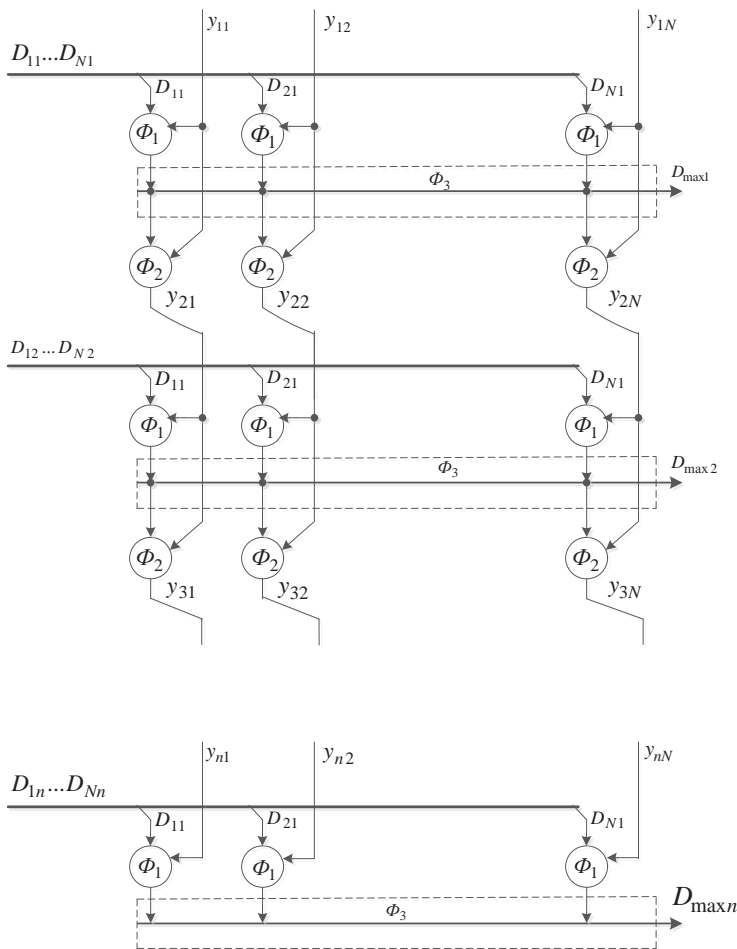


Рис.1. Поточковий граф алгоритму вертикально-паралельного обчислення максимального числа

У результаті апаратного відображення поточкового графу (рис.1) отримаємо матричну структуру, яка забезпечить інтенсивність обчислення максимального (мінімального) числа, що визначається за формулою:

$$D_{M \max} = \frac{Nn}{T_k}, \quad (14)$$

де  $T_k$  - конвеєрний такт, який визначається складністю функціональних операторів  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$  і  $\Phi_3$ .

Зменшити інтенсивність обчислення максимального (мінімального) числа та адаптувати граф алгоритму (рис.1) до ітераційної структури можна

шляхом лінійної проекції його на горизонтальну вісь  $X$ . Такий граф алгоритму обчислення максимального (мінімального) числа наведений на рис.2, де  $\Phi_{MV}$  – макрооператор управління, який забезпечує збереження інформації про структуру потокового графа обчислення.

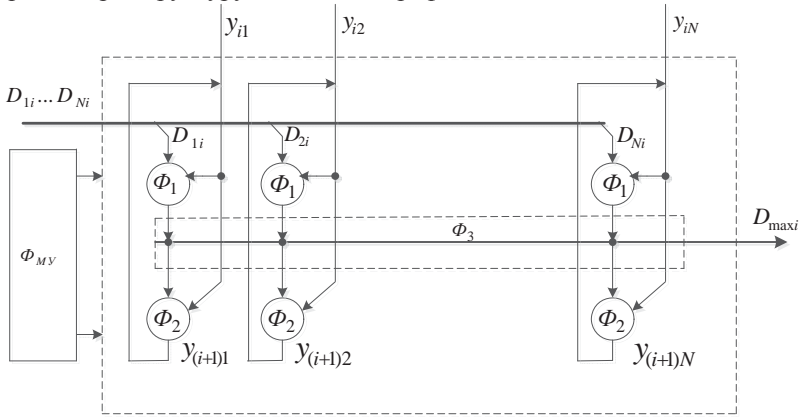


Рис.2. Лінійна проекція графа алгоритму обчислення максимального (мінімального) числа на горизонтальну вісь  $X$

Граф алгоритму (рис.2) передбачає надходження даних розрядними зрізами. Інтенсивність обчислення максимального (мінімального) числа, яку можна досягнути при реалізації такого графа алгоритму, визначається за формулою:

$$D_{1\max} = \frac{N}{T_K}. \quad (15)$$

Зменшити час обчислення максимального (мінімального) числа можна шляхом збільшення розрядності каналів надходження чисел  $n_k$ . Збільшення  $n_k \geq 2$  веде відповідно до ускладнення графа алгоритму обчислення максимального (мінімального) числа у порівнянні з графом (рис.2) та збільшення кількості розрядів максимального (мінімального) числа, які одночасно обчислюються в одному такті.

### Висновки

1. Розроблено метод вертикально-паралельного обчислення максимальних і мінімальних чисел у масивах, який за рахунок паралельного опрацювання розрядного зрізу всіх чисел забезпечує підвищення швидкодюю.
2. Особливістю алгоритмів визначення максимальних і мінімальних чисел за методом вертикально-паралельного обчислення є однотипність і простота базових операцій, локальність і регулярність зв'язків між ними.
3. Час обчислення максимальних і мінімальних значень з масиву чисел за вертикально-паралельним методом визначається розрядністю чисел, а не їх кількістю.

4. Використання спільної магістралі для формування  $i$ -х розрядів максимального і мінімального чисел зменшило час обчислення.

1. *Кормен, Томас Х., Лейзерон, Чарльз И., Ривест, Рональд Л., Штайн, Клиффорд.* Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание. :Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2005. – 1296 с.
2. *Ахо, Альфред В., Хопкрофт, Джозе, Ульман, Джеффри Д.* Структуры данных и алгоритмы.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2000. – 384с.
3. *Кнут Д.* Искусство программирования для ЭВМ: Сортировка и поиск. М., – 1978. – 844с.
4. *Кухарев Г.А.* и др. Техника параллельной обработки бинарных данных на СБИС. – М.: Выш. Шк., 1991. – 226 с.
5. *Цмоць І.Г.* Інформаційні технології та спеціалізовані засоби обробки сигналів і зображень у реальному часі. – Львів: УАД, 2005.- 227с.
6. *Рашкевич Ю.М., Зербіно Д.Д., Цмоць І.Г.* Пристрій для визначення максимального числа з групи чисел. Патент України на винахід №29700. Бюл. №6-11. - 2000.
7. *І.Г. Цмоць, О.В. Скорохода.* Пристрій для визначення максимального числа з групи чисел. Патент України на корисну модель №103106, 10.09.2013, Бюл. №17.
8. *Архангельский А.Я.* Delphi 5. Справочное пособие. – М.: “БИНОМ”, 2001. – С. 138-141.
9. *Цмоць, О.В. Скорохода, М.О. Медиковський, В.Я. Антонів.* Пристрій для визначення максимального числа з групи чисел. Патент України на винахід №110187, 25.11.2015, Бюл. №22.
10. *Воеводин В. В., Воеводин Вл. В.* Параллельные вычисления. — СПб: БХВ-Петербург, 2002. — 608 с.

*Поступила 28.09.2016р.*

УДК 681.3

Б.М.Гавриш<sup>1</sup>, Б.В.Дурняк<sup>1</sup>, О.В. Тимченко<sup>1 2</sup>

## КРИТЕРІЙ ЯКОСТІ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ В СИСТЕМАХ ДОДРУКАРСЬКОЇ ПІДГОТОВКИ

**Анотація.** Розглядаються критерії якості цифрових зображень та можливість їх застосування в системах додрукарської підготовки видань. Показана необхідність і доцільність застосування об'єктивних критеріїв якості опрацювання зображень.

**Ключові слова:** критерії якості, додрукарська підготовка видань.

**Annotation.** The criteria of quality of digital representations and possibility of their application are examined in the systems of додрукарської preparation of

---

<sup>1</sup> Українська академія друкарства, м. Львів

<sup>2</sup> Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie