



УДК 004.032.26

Член-кореспондент НАН України В. В. Грицик, В. В. Грицик,
А. М. Зозуля

Високоєфективні класи алгоритмів та високопродуктивних систем, що реалізують синхронні інтерактивні мережі систолічними матрицями опрацювання даних

Визначено високопродуктивні обчислювальні системи, що реалізують синхронні інтерактивні мережі систолічними матрицями опрацювання даних. Запропоновано принцип реалізації реальною часу на НВІС, орієнтованих на розв'язання задач комп'ютерного зору в різних галузях.

Ключові слова: реальний час обробки інформації, систолічні матриці опрацювання даних.

У роботі [1] досліджено теорію автоматичної обробки даних, а в роботах [2, 3] проведені розробки однорідних систем, структур і середовищ.

У зв'язку з необхідністю розв'язання широкого класу задач у напрямку реалізації комп'ютерного зору в інформаційно-аналітичних системах реального часу в останні роки зросла потреба створення принципово нових проблемно-орієнтованих і спеціалізованих структур високої продуктивності та ефективності. Особливо це стосується досліджень задач великої розмірності, розпізнавання та класифікації зображень (задач комп'ютерного зору) [4]. Одним із важливих напрямків організації обробки даних є опрацювання інформації на основі однорідних обчислювальних середовищ систолічного типу, налаштованих для реалізації програмно-логічних інтегральних схем (ПЛІС) [2–8].

Нижче запропоновано схему мультиконвеєрних обчислювальних систем (МКОС) з однорідною структурою для задач систем комп'ютерного зору, елементи якої наведені на рис. 1–3 [3, 4, 8].

Ця розробка складається з двох основних частин: матриці обчислювальних комірок (МОК) і матриці запам'ятовуючих комірок (МЗК), які розміщені згідно з периметром ма-

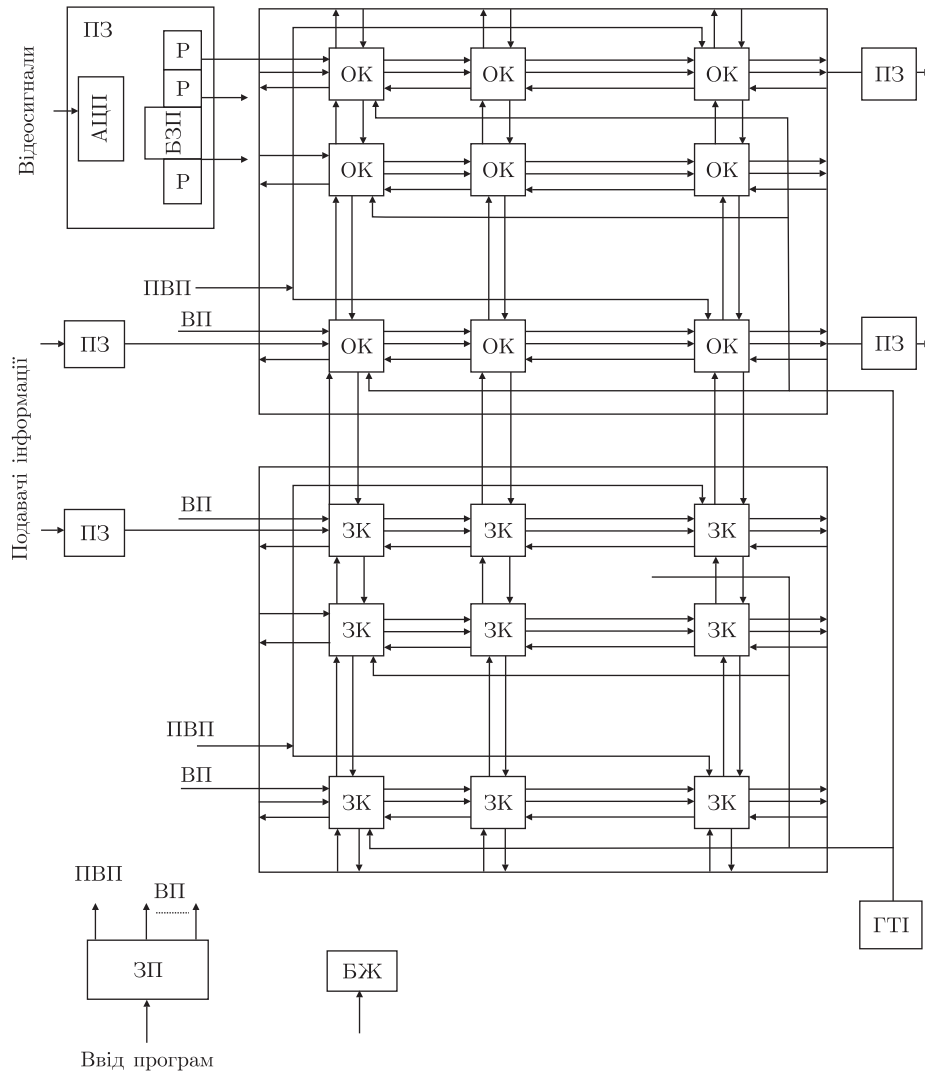


Рис. 1. Схема обчислювальної системи з однорідною структурою для задач комп'ютерного зору

триць. Підключення передавачів і приймачів інформації здійснюється буферними запам'ятовуючими пристроями (ЗП).

Інформація проходить упродовж мережі комірок (спеціалізованих процесорів) систолічного опрацювання даних. За один такт пакет переходить на одну комірку середовища, переходячи від початкової комірки в одну або декілька сусідніх, синхронно з такими імпульсами.

У МКОС немає пристрою управління, оперативних запам'ятовуючого пристрою та магістралі даних. Основною особливістю організації обчислювального процесу в МКОС є відповідність кожної програми, що записана на програмування структури [3], спеціалізованому процесору для мікропрограмного модуля. Мікропрограмним модулем є група мікрокоманд, тобто команд налаштування кожної ОК [3].

МКОС апаратно має спеціалізований процесор, в якому структурно реалізована одна операція. У МКОС передавання інформації між спецпроцесорами проходить (згідно з ре-

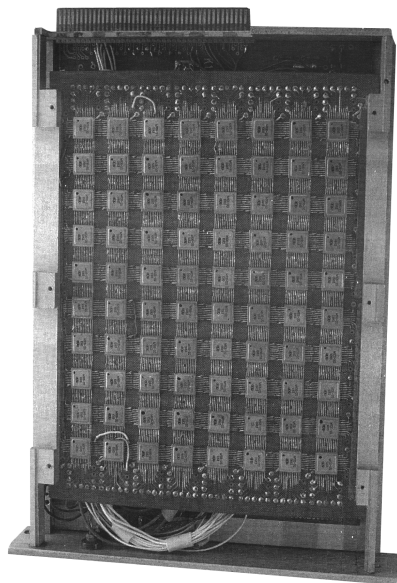


Рис. 2. Мультиконвеєрна однорідна обчислювальна структура

еструванням) комутаційним каналом, які налаштовуються в однорідному середовищі спеціального програмного транслятора.

Таким чином, операції розділені у часі: спочатку формується потік команд для налаштування ООС, проводиться завантаження в регістр команд (РК) кожної обчислювальної і запам'ятовуючої комірки, а потім подається потік даних. Пам'ять у вигляді ОЗС реалізується таким чином, щоб виключити процес адресації. Програма завантажена з програмованих запам'ятовуючих пристроїв (ПЗП), враховує всі варіанти розгалуження обчислень. Збереження програми в процесі розв'язання виконується в регістрах команд ОК і ЗК. На початку розв'язання задач програма вводиться у РК із ЗП. Ввід програми здійснюється згідно з ланцюжками ОП з керуючого сигналу керування вводом програми (КВП).

Робота елементів ООС і ОЗС синхронізується від одного зовнішнього генератора тактових імпульсів. Інформація обробляється конвеєрним способом, причому потік інформації, що подається із пристрою приймача на вхід матриць ОК і ЗК, обробляється у відповідності з програмою і проходить синхронно з тактовими імпульсами. Отже, у БКОС програма налаштування структури здійснюється апаратна реалізація алгоритму. У МКОС немає пристрою управління, оперативного запам'ятовуючого пристрою, магістралі даних. Основною особливістю організації обчислювального процесу в МКОС є відповідність кожної програми, що записана на мові програмування структури спеціалізованого процесора, мікропрограмному модулю.

Пам'ять у вигляді однорідного запам'ятовуючого середовища (ОЗС) реалізується таким чином, щоб виключити процес адресації.

Програма запам'ятовується із ПЗП і з урахуванням всіх випадків розгалуження обчислення. Збереження програми в процесі розв'язання проводиться у регістрах команд запам'ятовуючої комірки.

Перед початком розв'язання задач програма розглядається у РК із ЗП. Ввід програми (ВП) здійснюється згідно з ланцюгом ОП за допомогою керуючого сигналу вводу програми (КСВП).

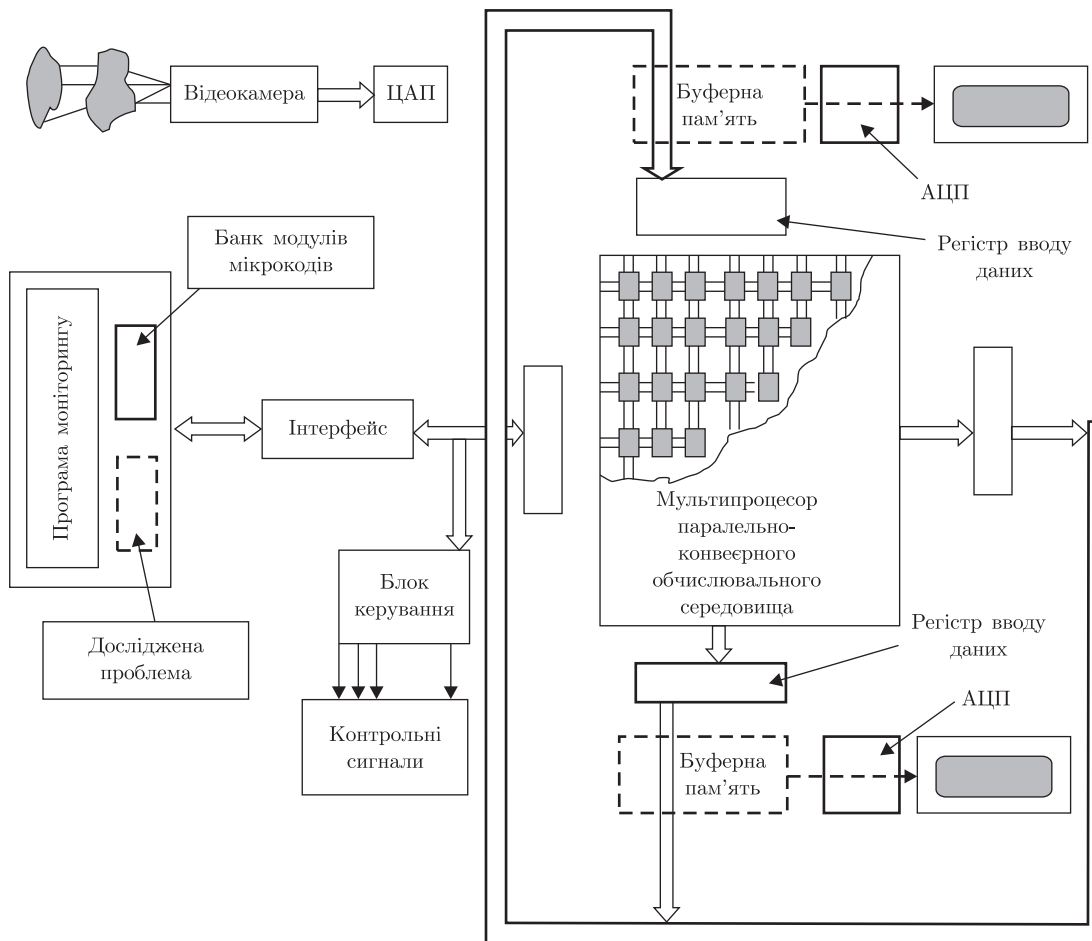


Рис. 3. Система для обробки зображення комп'ютерного зору, що базується на однорідному обчислювальному середовищі

Робота елементів ООС і ОЗС синхронізується від одного зовнішнього генератора тактових імпульсів. Інформація обробляється конвеєрним способом, при якому потік інформації, що подається із пристрою приймання на входах матриць ОК і ЗК, обробляється у відповідності з програмою, просувається синхронно з тактовими імпульсами. На рис. 1 наведено схему високопродуктивної системи реалізації синхронної інтерактивної мережі систолічного опрацювання даних, на рис. 2 — мультиконвеєрну однорідну обчислювальну структуру. Рис. 3 демонструє високопродуктивну систему для обробки зображень комп'ютерного зору, що базується на однорідному обчислювальному середовищі [4, 8].

Таким чином, у роботі запропоновано структуру схеми високопродуктивної мультиконвеєрної обчислювальної системи високопродуктивного опрацювання даних і можливості реалізації синхронної інтерактивної мережі систолічним матричним опрацюванням даних. Роботу виконано в рамках реалізації системи комп'ютерного зору.

Цитована література

1. *Нейман Дж.* Теория самовоспроизводящихся автоматов. – Москва: Мир, 1971. – 382 с.
2. *Евтенчов Є. В.* Системы, структуры и среды. – Москва: Мир, 1985. – 416 с.

3. *Параллельная обработка информации: в 5 т. Т 3. Вычислительные системы, структуры и среды для решения задач большой размерности* / Под ред. В. В. Грицыка. – Киев: Наук. думка, 1985. – 288 с.
4. *Грицук В. В. Моделі і засоби адаптивного опрацювання відеопотоків у системах комп'ютерного зору: Автореф. дис. . . д-ра техн. наук.* – Харків, 2013. – 34 с.
5. *Малиновский Б. М., Номиновский Б. Н., Бонюн В. П., Козлов Л.* Параллельные структуры и методы. – Киев: Наук. думка, 1989. – 248 с.
6. *Фрумкин М. А.* Систолические вычисление. – Москва: Наука, 1990. – 191 с.
7. *Аксенов В. П., Красинский П. Я., Спиритов Т. В.* Систолические алгоритмы и процессоры // Зарубежная радиоэлектроника. – 1987. – № 7. – С. 7–33.
8. *Грицук В. В. Моделі і засоби адаптивної обробки відеопотоків у системах комп'ютерного зору.* – Львів: Вид. ДНДІ інформаційної інфраструктури, 2011. – 390 с. (докт. дис.).

References

1. *Neiman J.* Theory of Self-Reproducing Automates, Moscow: World, 1971 (in Russian).
2. *Evtenchov Je. V.* The systems, structures and environment, Moscow: World, 1985 (in Russian).
3. *Parallel processing information, V. 3. Computer systems, structures and environment for solving large-scale problems*, Ed. Hrytsyk V. V., Kiev: Nauk. Dumka, 1985 (in Russian).
4. *Hrytsyk V. V.* Models and tools for adaptive processing video streams in computer vision systems, Abstract. dis. . . Dr.Sc. Science, Kharkiv, 2013 (in Ukrainian).
5. *Malinowski B. M., Bonyun V. P., Kozlov L.* Parallel structures and methods, Kiev, Nauk. Dumka, 1989 (in Russian).
6. *Frumkin M. A.* Systolic calculation, Moscow: Nauka, 1990 (in Russian).
7. *Aksenov V. P., Krasinski P. Y., Spiritov T. V.* International electronics, 1987, No 7: 7–33 (in Russian).
8. *Hrytsyk V. V.* Models and tools for adaptive processing videostreams in computer vision systems, Lviv NAS of Sci. SSRIII, 2011 (in Ukrainian).

*Національний університет “Львівська політехніка”
Тернопільський національний технічний
університет ім. Івана Пулюя*

Надійшло до редакції 14.04.2015

Член-корреспондент НАН України **В. В. Грицук, В. В. Грицук, А. Н. Зозуля**

Высокоэффективные классы алгоритмов и высокопродуктивных систем реализации синхронных интерактивных сетей систолическими матрицами обработки данных

Национальный университет “Львовская политехника”

Тернопольский национальный технический университет им. Ивана Пулюя

Определены высокопродуктивные системы реализации синхронных интерактивных сетей систолическими матрицами обработки данных. Предложены возможности реализации обработки данных в реальном времени на НВИС, ориентированных на решение задач компьютерного зрения в разных областях.

Ключевые слова: реальное время обработки информации, систолические матрицы обработки данных.

Corresponding Member of the NAS of Ukraine **V. V. Hrytsyk, V. V. Hrytsyk, A. M. Zozulya**

Highly efficient classes of algorithms and high-performance systems implementing the synchronous interaction networks with data-processing systolic matrices

National University “L’vivska Politekhnikha”,
Ivan Pulyui Ternopil’ National Technical University”

High-performance computing systems implementing the synchronous interaction networks with data-processing systolic matrix are defined. Some possibilities for the data processing in real time with VLSIC's oriented to solving the computer vision problems in various fields are proposed.

Keywords: real time of data processing, systolic matrix of data processing.