

На рис. 7 показано розподіл значень частоти пульсу. Значення частоти пульсу були зафіксовані протягом дня у 2-хвилинних інтервалах. Аналіз коливання допоможе визначити години, в які треба розслабитися (рис. 7, б).

Під час відпочинку частота серцевого ритму повинна бути між 60 і 100 ударами за хвилину. (Серцевий ритм, нижчий за ряд, називають синусною брадикардією. Серцевий ритм, вищий за цей ряд, називають синусною тахікардією). Він повинен бути відносно постійним від удару до удару. Неузгодженості, можливо, вказують на нерегулярний серцевий ритм. Якщо серцева частота поза цим рядом, треба звернутися до лікаря.

Висновки

У роботі запропоновано маніпулятор типу “миша”, що надає можливість вимірювати частоту пульсу та проводити найпростішу діагностику стану оператора під час роботи на персональному комп’ютері. Систему можна використовувати для контролю за станом операторів персональних комп’ютерів. Подальші дослідження можуть передбачати розроблення діагностичних процедур для ґрунтовнішого аналізу результатів вимірювання.

1. *Agilent Technologies // Agilent ADNS-2051 Optical Mouse Sensor Data Sheet. – 2002, <http://literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-4289EN.pdf>.* 2. *Project JEDI, www.delphi-jedi.org.* 3. *USB-IF // Universal Serial Bus Specification Revision 2.0, April 2000.* 4. *www.cypress.com/an2158.* 5. *www.cypress.com/an2284.*

УДК 621.3

М.М. Кузьо, Я.С. Парамуд

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електронних обчислювальних машин

ПУЛЬСУЮЧІ ІНФОРМАЦІЙНІ РЕШІТКИ ЯК ПАРАЛЕЛЬНІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ СТРУКТУРИ З ОДНОРІДНОЮ АРХІТЕКТУРОЮ

© Кузьо М.М., Парамуд Я.С., 2006

Розглядаються пульсуючі інформаційні решітки (пульсири) як обчислювальна структура з однорідною архітектурою середовища. Пульсири являють собою обчислювальне поле з матрицею однібітових процесорів та зв’язків між ними. Особливістю пульсирів є те, що вони орієнтовані на використання пластини пульсира як кремнієвої підкладки з вмонтованими наній функціональними елементами та відтрасованими зв’язками.

Are considered pulsing information grates (pulsing), as computing structures with homogeneous architecture of environment. Pulsing represent computing with a matrix of one-bit processors, which are connected among themselves. Feature pulsing is that they are projected as a plate pulsing, silicon platform with the appropriate topology of functional elements and communications between them.

Вступ

Сучасні тенденції побудови комп’ютерних систем передбачають широке впровадження архітектурних рішень, що характеризуються паралелізмом обчислень. Дослідження пульсуючих інформаційних решіток, орієнтованих на побудову високопродуктивних паралельних обчислювальних систем, є актуальними для розв’язання широкого спектра прикладних задач.

Огляд літературних джерел

У сучасних системах технічного зору, штучного інтелекту, в супер ЕОМ використовують швидкодіючі пристрої для паралельного опрацювання інформації [1–6]. Важливою задачею в цих системах є забезпечення ефективного обміну інформацією, зокрема передавання зображень. Використання оптоелектронних засобів передавання зображення дає можливість забезпечувати швидкість обміну до рівня 30–50 Гбіт/с [2, 3, 5]. Для обробки сигналів та зображення в реальному часі потрібні високопродуктивні обчислювальні засоби. Паралельної обробки сигналів та елементів зображення, як і одночасного виконання декількох алгоритмів в умовах багатозадачності обчислювального процесу, досягають апаратними засобами, архітектура яких передбачає високий ступінь здійснення паралелізму обчислень. Саме пульсуючі інформаційні решітки як однорідне обчислювальне середовище з матрицею однобітових процесорів стають ефективним засобом реалізації паралельних обчислень.

Високу продуктивність обчислювальної системи забезпечують виконанням алгоритму задачі відповідними апаратними засобами. Архітектура однорідного обчислювального середовища дає змогу апаратно реалізувати алгоритм задачі, оскільки кожній вершині його графу поставлений у відповідність процесор, що виконує арифметичну чи логічну операцію. Інформаційні траси відповідають лініям зв'язку між вершинами графу алгоритму задачі і забезпечуються комутаційними схемами кожного з процесорів [4, 5].

Враховуючи сучасні позитивні динамічні тенденції у розвитку мікроелектроніки, а саме зростання рівня інтеграції транзисторів на кристалі, високопродуктивні обчислювальні системи потрібно розробляти через пошук ефективних архітектурних та конструктивних рішень, за допомогою кластерного типу “комп’ютерних цеглин”(intelligent computer bricks) підходів нарощування обчислювальної потужності (продуктивності) системи [6–8]. Однорідність архітектури пульсира дає змогу під час проектування обчислювальних систем перейти на конструктивний рівень його реалізації на пластині. Пластина як кремнієва підкладка з відповідною топологією функціональних елементів та зв'язків пульсира дає змогу ефективно будувати кластерним методом тривимірні обчислювальні структури.

Постановка задачі

Завданням є: дослідити архітектуру пульсуючих інформаційних решіток та особливості побудови тривимірних пульсирів, орієнтованих на створення високопродуктивних обчислювальних систем.

Архітектура пульсира

Архітектура пульсира характеризується однорідністю обчислювального поля, що складається з матриці однобітових процесорів або комірок та зв'язків між ними. Лінії зв'язків між комірками забезпечують інформаційний обмін між ними і слугують для кожної з них портами вводу та виводу даних.

На рис. 1 подано матрицю пульсира, що містить $M \times N$ обчислювальних комірок. Як видно з рис. 1, а) кожна обчислювальна комірка (CC – computer cells) безпосередньо з'єднана лініями (інформаційними шинами) з вісьмома сусідніми комірками. Окрім того, всі комірки пронизано лініями горизонталей ($G1-Gn$), вертикалей ($V1-Vm$) та діагоналей ($1D1-1D(m+(n-1))$, $2D1-2D(m+(n-1))$), що для кожної з них окреслено як інформаційні шини прямого доступу (рис. 1, б). Шини прямого доступу забезпечують швидкий обмін інформацією між сусідніми та віддаленішими обчислювальними комірками. При цьому лише одна з комірок, що під'єднана до певної шини прямого доступу, передає інформацію, а інші лише її приймають. Загальну кількість шин прямого доступу визначають розміром матриці пульсира.

Обчислювальні ресурси в пульсирі розподілено в комірках, кожна з яких містить операційний вузол – однобітний процесор та регістрову пам'ять. Окрім того, кожна з комірок містить регістр команд та комутатори інформаційних шин. За допомогою регістра команд налаштовують обчислювальну комірку на виконання арифметико-логічної операції та обмін вхідною та вихідною

інформацією. Програмування та реконфігурація пульсира передбачає налаштування комірок всього обчислювального поля або лише його фрагмента.

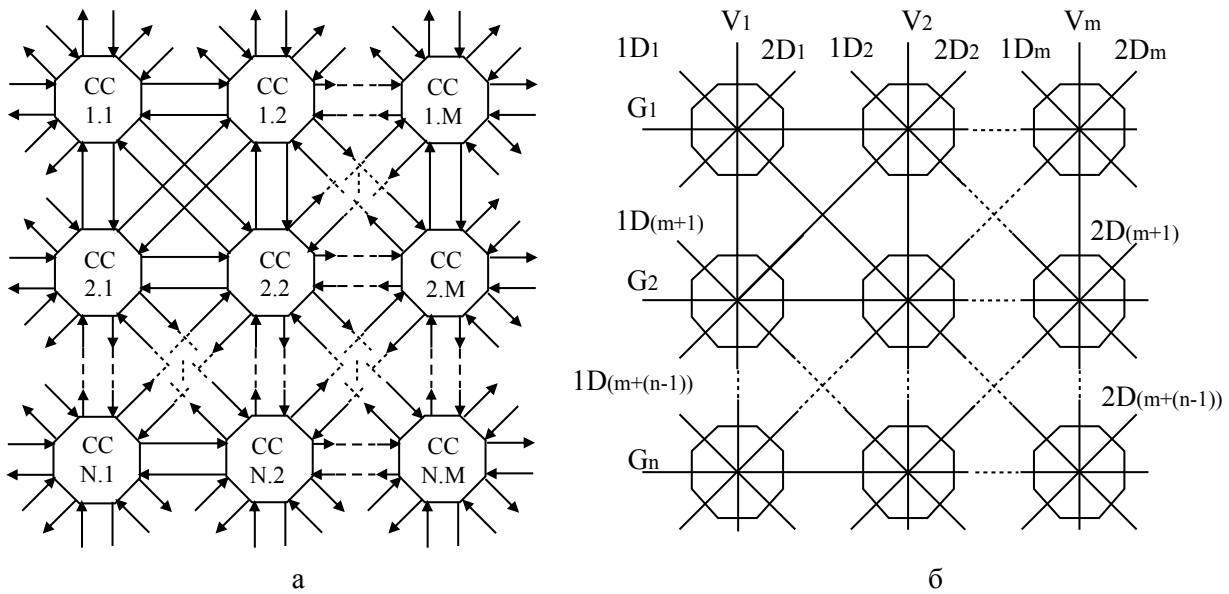


Рис. 1. Матриця пульсира

На рис. 2 подано інформаційний інтерфейс обчислювальної комірки. Зв'язок між сусідніми комірками здійснюється через інформаційні входи $a1-a8$ та виходи $v1-v8$. Кожна з обчислювальних комірок містить входні та вихідні комутатори, що забезпечують під'єднання інформації на відповідні її входи та виходи. Це, своєю чергою, дає можливість для кожної з комірок, що межує з її сусідніми комірками, програмно організувати вісім каналів приймання та вісім каналів передачі інформації. Також регістр команд забезпечує під'єднання комірки до кожної з чотирьох шин прямого доступу $Ch1 - Ch4$, що дає можливість організувати для кожного з таких під'єднань ввід/вивід інформації.

Особливості побудови тривимірного пульсира

Пульсири як однорідні обчислювальні структури в реалізації орієнтовані на виготовлення на пластині. Для побудови обчислювальних систем передбачено можливість нарощування поля пульсира та побудови тривимірної структури, схожої на кубічну кристалічну решітку. Вузлами такої решітки є обчислювальні комірки, а лінії, що їх з'єднують, є шинами обміну інформації між ними або просто шинами приймання та передавання даних. Будівельною конструкцією тривимірної структури пульсира є пластина, конструктивно-технічні рішення якої дають змогу нарощувати обчислювальне поле пульсира шляхом зчленування пластин в горизонтальній площині та складування пластин одна на одну – в вертикальній. Архітектурні рішення, покладені в основу пульсира, передбачають для кожної з обчислювальних комірок, що зв'язана з вісьмома сусідніми, наявність комутаторів, які дають змогу комутувати інформаційні потоки не тільки між сусідніми комірками, розташованими на одній поверхні пластини, а й між сусідніми комірками, розташованими на двох поверхнях пластини та комірками сусідніх пластин.

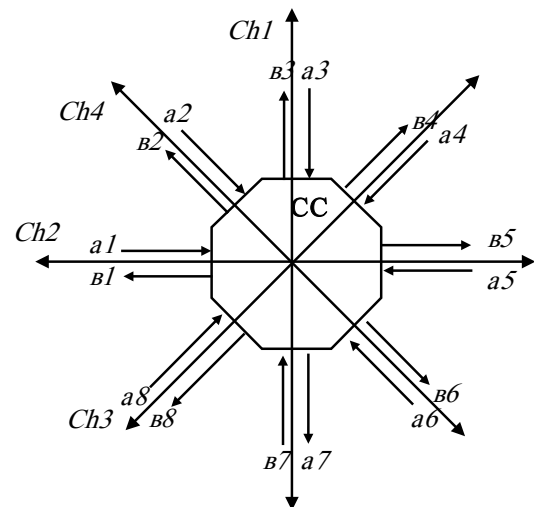


Рис. 2. Інформаційний інтерфейс комірки

При реалізації пульсира на пластині вісім пар ліній зв'язку між сусідніми комірками, а також шини прямого доступу трасуються у відповідні струмопровідні доріжки і забезпечують зв'язок між комірками, розташованими на одній поверхні пластини. Зв'язок між комірками двох поверхонь пластини забезпечують локальні шини, що їх з'єднують, у вигляді металізованих перехідних отворів. Зв'язок між сусідніми пластинами здійснюється світловими потоками з використанням оптичних перетворювачів, передавачів та приймачів світлових сигналів.

На рис. 3 подано структуру тривимірного пульсира, де показано комутатори (K), що забезпечують перемикання інформаційних шин на передавання та приймання інформації між комірками двох поверхонь пластини та комірками декількох пластин.

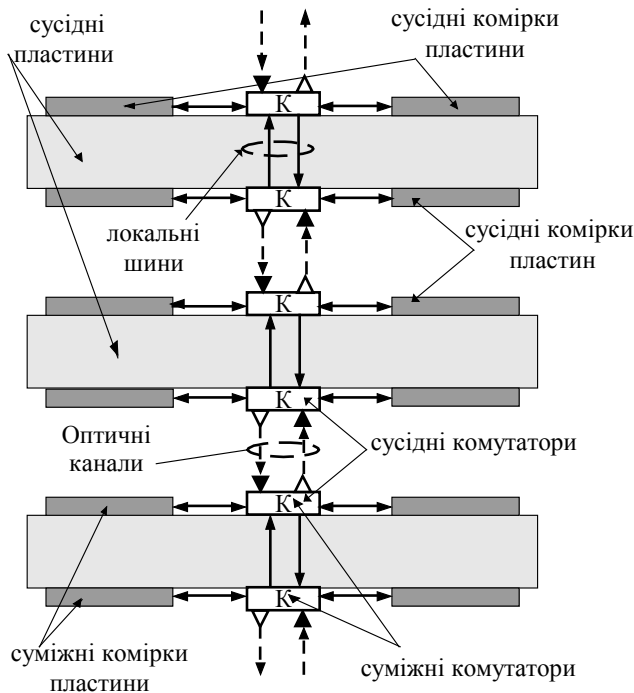


Рис. 3. Структура тривимірного пульсира

Безпосередньо лінії зв'язків між комірками, розташованими на двох поверхнях пластини, забезпечуються локальними шинами, що являють собою металізовані отвори, які електрично з'єднують відповідні суміжні комутатори пластини (рис. 3). Передавання та приймання інформації між комірками сусідніх пластин здійснюють за допомогою оптичних каналів через відповідні пари перетворювачів, випромінювача та приймача світлових сигналів. Кожна оптична пара має електричне з'єднання з відповідним комутатором обчислювальної комірки.

Як було зазначено раніше, кожна обчислювальна комірка пульсира межує з вісьмома сусідніми комірками. При цьому для передавання даних між комірками кожна з них містить відповідний комутатор. Окрім цього, кожна комірка першої поверхні пластини межує з сусідньою коміркою її

другої поверхні і в структурі тривимірного пульсира межує з коміркою сусідньої пластини. Відповідно до тривимірної структури пульсира ми розділятимемо суміжні комутатори пластини та сусідні комутатори пульсира, які мають особливі режими роботи. Функціонально ці комутатори є однакові, проте їх одночасна робота повинна бути узгодженою. В певний момент часу при забезпеченні потрібного напрямку зв'язку через локальну шину чи оптичний канал тільки один з пари суміжних чи сусідніх комутаторів може бути залучений до передавання інформації. Тобто при роботі з певною локальною шиною чи оптичним каналом сусідні чи суміжні комутатори повинні забезпечувати узгоджені приймання чи передавання інформації.

Отже, обчислювальна комірка через кожний з восьми портів зв'язку забезпечує три основні напрямки передавання інформації, а саме:

- на сусідню комірку тієї ж поверхні пластини, через під'єднання до металізованої доріжки, що їх безпосередньо з'єднує;
- на комірку другої поверхні пластини, через під'єднання до локальної шини, що з'єднує суміжні комутатори;
- на комірку сусідньої пластини, через під'єднання до оптичного перетворювача, світловий канал якого надходить на сусідню пластину.

На рис. 4 зображено фрагмент пластини. На ньому схематично показано на двох поверхнях пластини топологію розміщення комірок, суміжних комутаторів, оптичних перетворювачів та зв'язків між ними. Кожен із суміжних комутаторів з'єднаний струмопровідними доріжками з входами та виходами сусідніх комірок, двома локальними шинами та парою оптичних перетворювачів.

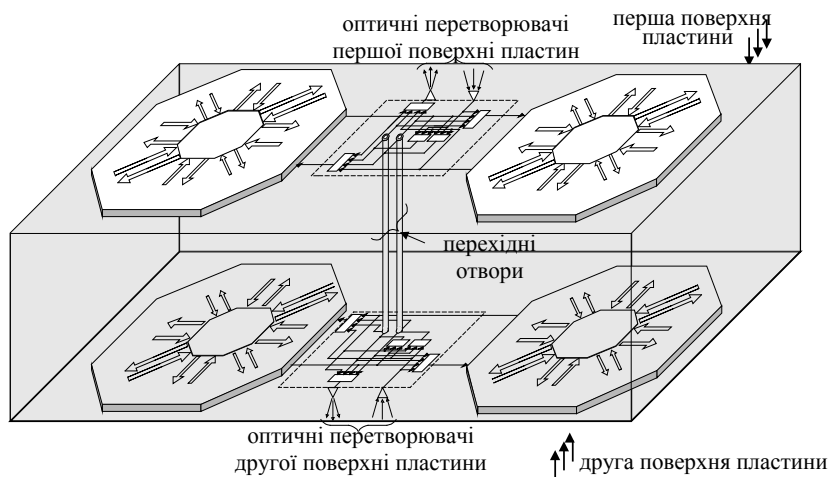


Рис. 4. Структурна схема топології фрагмента пластини

Комутатор має в своєму складі три чотириходові та два тривходові комутатори, посередництвом яких забезпечується певний напрямок передавання інформації.

Звісно, що для збільшення пропускної здатності обміну даними між сусідніми комірками пластин чи суміжними комірками пластини потрібно лише вводити додаткові локальні шини та пари оптичних перетворювачів.

На рис. 5 подано вигляд структурної схеми фрагмента пульсира з розміром 2×2 обчислювальних комірок. Архітектура пульсира у разі реалізації його на пластині дає змогу виготовити однакові фотошаблони топології розміщення його елементів та трасування відповідних зв'язків як для першої, так і для другої її поверхонь. Проте конструктивною особливістю двосторонніх пластин є висока прецизійність їх виготовлення. Вона полягає в високоточному позиціонування фотошаблонів двох поверхонь пластини з метою подальшого свердління перехідних отворів між ними та їх металізації. Окрім цього, необхідно забезпечити точне позиціонування пари перетворювачів, передавача та приймача світлових сигналів, розміщених відповідно на двох поверхнях пластини, з метою забезпечення роботи оптичних каналів тривимірної структури пульсира.

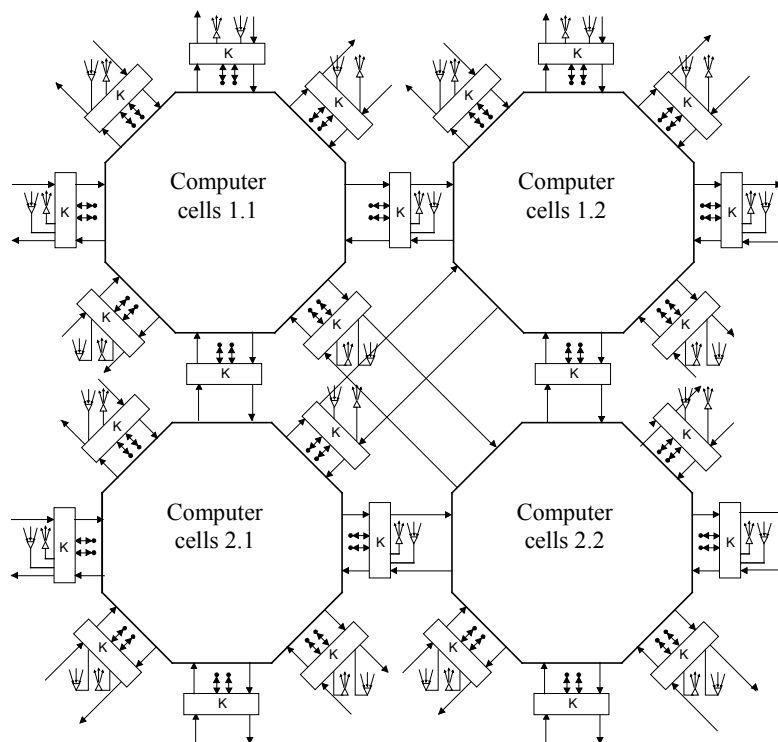


Рис. 5. Структурна схема фрагмента пластини пульсира

Особливості конструкції пульсира

Пульсири орієнтовані на реалізацію на пластині. Тривимірні структури пульсирів монтуються з декількох пластин. Пластина є основою конструкції. На двох її поверхнях розміщено топологію функціональних елементів (обчислювальних комірок) пульсира та відтрасовано зв'язки між ними. Зв'язки між пластинами здійснюється світловими потоками, за допомогою оптичних перетворювачів.

На рис. 6 подано загальний вигляд пластини пульсира, яка має декілька зон: *A* – зона розміщення поля обчислювальних комірок та зв'язків між ними; *B* – периферійна зона входів та виходів матриці комірок пульсира; *C* – периферійна зона забезпечення зовнішнього з'єднання пластин; *D* – зона забезпечення подачі живлення

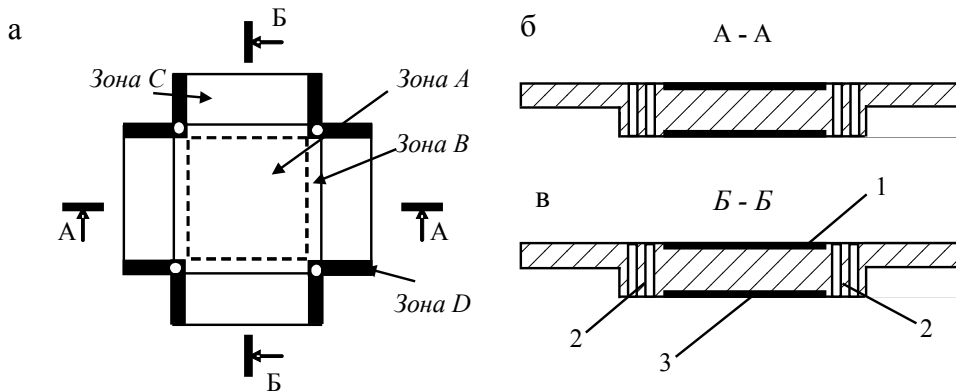


Рис. 6. Загальний вигляд пластини пульсира:
а – вигляд згори; б – вигляд по А-А; в – вигляд по Б-Б

Топологія елементів пульсира та трасування зв'язків між ними здійснюють на двох поверхнях пластини (поз. 1,3 рис. 6, б, в). Зона *A* є зоною розміщення активної частини пульсира-матриці обчислювальних комірок та зв'язків між ними. До зони *B* виведено лінії входів та виходів периферійних комірок матриці пульсира. Надалі кожна лінія входів та виходів матриці комірок зони *B* з'єднана з відповідним периферійним оптичним перетворювачем зони *C*. Наявність цієї зони дає можливість забезпечити зв'язок між пластинами, що нарощуються в горизонтальній площині. Для механічного поєднання пластин між собою на її краях передбачено вирізи.

Для кріплення пластин пульсира та подачі живлення використано зону *D*. До отворів (поз. 2 рис. 6, в) цієї зони запресовують втулки, в які вставлено штирі. На цих штирях монтують тривимірну конструкцію пульсира. Через штирі можна подавати живлення. Для забезпечення зв'язку із зовнішнім середовищем використовують спеціальні вставки, на яких розміщено оптоелектронні перетворювачі і до яких приєднано зовнішні виводи. Такі вставки під'єднуються до периферійної зони *C* кожного з ребер пластини.

Під час збирання пульсира в горизонтальній площині пластини розміщують в шахматному порядку, – кожену сусідню пластину повернуто на 180°. По вертикалі пластини накладають одна на одну протилежними поверхнями. Запропонована конструкція дає можливість будувати двовимірні та тривимірні пульсири.

На рис. 7 подано вигляд тривимірної конструкції пульсира.

Таким кластерним методом розширюють конструкції пульсира за трьома координатами, що мінімізує загальні габаритні розміри системи.

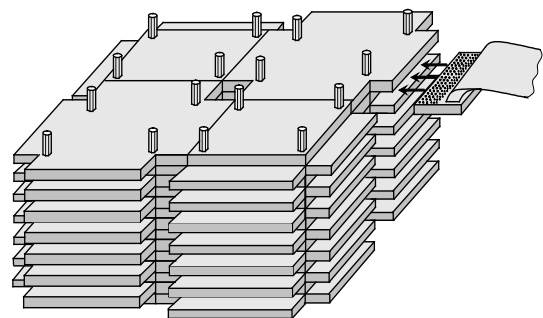


Рис. 7. Тривимірна конструкція пульсира

Висновки

Запропоновані пульсуючі інформаційні решітки дають можливість будувати високопродуктивні обчислювальні засоби, що зумовлено:

- високим ступенем паралелізму обчислень за рахунок матричної архітектури обчислювального поля;
- апаратною підтримкою реалізації алгоритму задачі, оскільки кожній арифметико-логічній операції відповідає власний процесор;
- однорідністю архітектури, що дає можливість перейти на ефективний конструктивно-технологічний рівень виготовлення – пластину.

Враховуючи сучасний рівень у розвитку мікроелектроніки, використання пульсірів дає можливість будувати дво- та тривимірні високопродуктивні обчислювальні системи різного призначення з малими габаритними розмірами.

1. Вишенчук И.М., Черкасский Н.В. Алгоритмические операционные устройства и суперЭВМ. – К.: Техника, 1990. – 197 с. 2. Кожемяко В.П., Тимченко Л.Я., Лысенко Г.Л., Кутаев Ю.Ф. Функциональные элементы и устройства оптоэлектроники. – К.: УМК ВО, 1990. – 250 с. 3. Мартинюк Т.Б., Кожемяко В.П., Павлов С.В., Заболотна Н.І. Оптоелектронні компютери. – Вінниця: ВДТУ, 1998. 4. Каляев А.В. Однородные коммутационные регистровые структуры. – М.: Сов. радио, 1978. – 336 с. 5. Кузьо М.М., Русин Б.П., Шмойлов В.І. Однородні обчислювальні середовища // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – Вінниця, 2001. – № 2. – С. 19–37. 6. Русин Б.П., Кузьо М.Н., Шмойлов В.І. Реконфигурируемые высокопроизводительные системы на однородных средах // Автоматика и вычислительная техника. – Рига, 2000. – № 3. – С. 72–81. 7. Федотов Я.А. Проблемы интегральной электроники // Электронные компоненты. – М., 2000. – № 3. – С. 10–13. 8. Chip. – М., 2002. – № 5. – С. 76.

УДК 004.932

А.О. Мельник, О.І. Акимішин

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електронних обчислювальних машин

ПРОРІДЖЕННЯ ТРІАНГУЛЯЦІЙНИХ СІТОК ТРИВИМІРНИХ ОБ’ЄКТІВ КОМП’ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ

© Мельник А.О., Акимішин О.І., 2006

Описано розроблений алгоритм для прорідження тріангуляційних сіток, отриманих за даними комп’ютерної томографії та досліджено його ефективність на різних типах тривимірних фігур.

The developed algorithm for triangle mesh decimation, created according to computed tomography data, is described and its efficiency for different types of 3-dimensional objects is analyzed.

Вступ

З розвитком технології отримання тривимірних моделей об’єктів (лазерні сканери, комп’ютерні томографи) все актуальнішою стає задача обробки об’ємних зображень за допомогою персональних комп’ютерів. В комп’ютерній графіці для обробки та відображення тривимірних об’єктів використовують полігональні моделі поверхонь. Як правило, такі моделі є фіксованими множинами полігонів, що забезпечують заданий рівень деталізації. Часто вони містять мільйони