

УДК 681.3 : 004.2

**ВИСОКОПРОДУКТИВНИЙ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ  
МЕРЕЖЕВИЙ КОМПЛЕКС НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ  
ПАРАЛЕЛЬНО-ІЄРАРХІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА GPGPU**

А.А. Яровий, к.т.н.; А.О. Борисов; В.В. Мудрик  
Вінницький національний технічний університет  
аха@vinnitsa.com

Задачі організації високопродуктивної обробки надвеликих масивів інформації на даний час досить успішно вирішуються за допомогою паралельних та розподілених обчислень. Варто зазначити, що при організації паралельних та розподілених обчислень не можливо обійтись без використання багатопроцесорних обчислювальних систем. У більшості випадків для таких задач використовуються суперкомп'ютери, високопродуктивні кластери (HPC Cluster), GRID-системи, засоби Cloud computing, тощо. Вони мають багато переваг, за винятком однієї – високої вартості та надмірного споживання електроенергії, що змушує шукати альтернативу. Одним з таких альтернативних способів є застосування графічних процесорних пристроїв (GPU) для створення систем, здатних гідно конкурувати з вказаними традиційними суперкомп'ютерними засобами.

Метою досліджень є розвиток теоретичних основ організації високопродуктивних паралельно-ієрархічних обчислювальних процесів в інтелектуальних системах та мережах, створення архітектури, структури, адекватних програмних моделей та апаратних засобів спеціалізованих па-

ралельно-ієрархічних інтелектуальних систем та мереж на основі технологій GPGPU.

Необхідно відзначити, що наукові дослідження з розробки та реалізації високопродуктивних обчислювальних (в тому числі кластерних) систем на основі GPU є не новинкою, а є загально визнаними, мають свою історію та вагомі практичні результати. Про перспективність технологій GPGPU свідчить те, що станом на червень 2011 р., три із п'яти найпотужніших суперкомп'ютерів світу побудовані з використанням графічних адаптерів – NVIDIA GPU (див. <http://www.top500.org>). При цьому відзначені 3 суперкомп'ютера забезпечують вищу швидкодію, ніж усі інші суперкомп'ютерні системи першої десятки, разом узяті (див. <http://newsdesk.pcmag.ru/node/30219>). Авторами розроблено високопродуктивний обчислювальний мережевий комплекс на основі сучасних паралельно-ієрархічних технологій та GPGPU. Комплекс містить 2 відеоадаптера GeForce GTX590 (кожен з яких працює у 1024 потоки), що є пристроєм останнього покоління nVidia. Кожен відеоадаптер GeForce GTX590 містить два 512-ядерних GPU GTX 500, що в сукупності становить  $512 \times 4 = 2048$ -ядерне апаратне забезпечення. Теоретична продуктивність даного комплексу складає  $2 \times 1253,4$  ГФлопс (див. <http://radeon.ru/reference/nvidia/cardtable>). Таким чином, розроблена SLI система мультичіпового оброблення даних з двох таких відеоадаптерів надаватиме можливість обробляти інформацію у 2048 потоків з граничною теоретичною продуктивністю  $2 \times 2 \times 1253,4 = 5013,6$  ГФлопс. Для порівняння, найпотужніші публічно доступні на даний час про-

цесори Intel Core i7 працюють у 4 потоки і забезпечують продуктивність близько 53,28 ГФлопс. (див. <http://ru.wikipedia.org/wiki/FLOPS>). Це пояснюється тим, що хоча тактові частоти GPU нижчі, ніж у звичайних процесорів, і містяться в діапазоні від 0,5 до 1,5 ГГц, проте завдяки великій кількості потокових процесорів продуктивність GPU досить значна (десятки Тфлопс). Більш того, на деяких реальних задачах досягається до 70% пікової продуктивності. Одночасно з цим, порівняно з класичними кластерними системами, GPU володіють значно кращими характеристиками як за ціною (менше 1 дол. на GFLOPS), так і за енергоспоживанням (менше 1 Вт на GFLOPS).

В роботі розглядаються практично-прикладні аспекти реалізації паралельно-ієрархічного перетворення інформаційних середовищ на основі розробленого комплексу, принципи функціонування якого містить високу ступінь паралелізму обробки інформації на основі просторово-часової взаємодії конвергентних та дивергентних структур. Галузі застосування різноманітні, зокрема це мережні структури: паралельної пам'яті, цифрових систем прийому-передачі інформації, цифрових пристроїв ущільнення інформації, систем порівняння зображень, у тому числі кореляційного порівняння, цифрових пристроїв попередньої обробки зображень, сегментації, кодування, розпізнавання, тощо [1].

1. Паралельно-ієрархічне перетворення як системна модель оптико-електронних засобів штучного інтелекту : [Монографія.] / В.П. Кожем'яко, Ю.Ф. Кутаєв, С.В. Свечніков, Л.І. Тимченко, А.А. Яровий – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 324 с.