

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ ПРОФІЛЮ ЛАЗЕРНОГО ПРОМЕНЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено особливості реалізації інформаційної технології високопродуктивного оброблення та ідентифікації зображень профілю лазерного променя.

Ключові слова: інформаційна технологія, оброблення зображень, багаторівневий паралелізм.

Abstract

The features of realization of information technology of high-performance processing and identification of laser beam profile are presented.

Keywords: information technology, image processing, multi-level parallelism.

Розповсюдження лазерного променя в просторі значно змінює його профіль. Значення деформованих профілів лазерного променя змінюються в залежності від практичного застосування. Забезпечення прийнятної якості корекції лазерної системи потребує безупинного динамічного контролю характеристик світлового випромінювання, наприклад його профілю, просторового розподілу його інтенсивності, у тому числі оцінки відхилення зазначеного розподілу від вихідного чи еталонного [1].

Значення вимірювання профілю променя полягає в тому, що густина енергії, концентрація і колімація світла є його взаємопов'язаними складовими характеристиками. Тому важливого значення набуває задача вимірювання профілю лазерного променя для різноманітних практично-прикладних застосувань, особливо якщо густина енергії пов'язана із продуктивністю лазера. Разом з тим, важливою складовою процесу профілювання лазерної системи є високопродуктивне оброблення та ідентифікація зображень профілю лазерного променя [2].

Метою даних досліджень є розробка конкурентноспроможної інформаційної технології високопродуктивного оброблення та ідентифікації плямоподібних зображень профілю лазерного променя в реальному часі.

Задача обробки та ідентифікації динамічно змінюваних плямоподібних зображень профілю лазерного променя, як складова процесу профілювання лазерних променів, являє собою організацію складного паралельного обчислювального процесу, з відображенням результатів ідентифікації й класифікації зображень, і надвеликих масивів цифрової інформації з координатами їх енергетичних центрів. Дані результати є важливою складовою частиною в процесі профілювання лазерних променів. Але саме в цій задачі обґрунтовується, що існує гостра необхідність не просто організації обчислювального процесу й видачі цифрового масиву результатів, а використання можливостей і технологій високопродуктивних паралельних обчислень, а також візуалізації (відображення не тільки в 2D, але й в 3D; використання методів розпізнавання 3D-об'єктів) для відображення сутності змін, яких зазнає лазерний промінь, що природно приводить до підвищення ефективності як самого процесу профілювання, так і роботи експертів. Адже експерти, які працюють із програмними комплексами профілювання лазерного променя, ухвалюють рішення не лише щодо впливів зовнішнього середовища на промінь, а також про необхідність калібрування лазерної системи [3,4].

В даному контексті новизна та науково-технічний ефект полягає в створенні моделей, методів та комп'ютерних засобів організації високопродуктивних паралельно-ієрархічних обчислювальних систем, які у сукупності вирішують важливі науково-прикладні задачі: ефективного оброблення та ідентифікації плямоподібних зображень (в тому числі великої розмірності) профілю лазерного променя в реальному часі.

Перспективним в даному контексті є застосування методів та засобів організації паралельно-ієрархічних обчислювальних систем, яке може бути взято за теоретичну основу при створенні низки конструктивних розробок та отриманні практичних результатів в галузях розпізнавання зображень та

сигналів, розробки високопродуктивних обчислювальних комплексів паралельної та розподіленої обробки інформаційних середовищ, оптоелектронних спецпроцесорів обробки зображень, систем кореляційного аналізу зображень, систем профілювання лазерних променів, тощо [5-9].

В ході досліджень розроблено моделі, структурну та архітектурну організацію високопродуктивних паралельно-ієрархічних обчислювальних систем, які, на відміну від існуючих, орієнтовані на використання сучасних GPGPU технологій, що забезпечує підвищення швидкодії оброблення надвеликих масивів інформації (при розмірності матриці 4096×4096 елементів показник прискорення складає 3,87, а показник ефективності – 0,97); розроблено високопродуктивні паралельно-ієрархічні обчислювальні системи із рекурсивною архітектурою та використанням принципу паралельно-ієрархічного перетворення, які, на відміну від існуючих, реалізують парадигму гетерогенних обчислень, що забезпечує підвищення швидкодії оброблення зображень великої розмірності та покращує ефективність їх розпізнавання (точність класифікації – 89,5%); удосконалено математичні моделі кодування/декодування інформації методами прямого/зворотного паралельно-ієрархічного перетворення, які, на відміну від існуючих, реалізують ефективніші способи організації паралельних потоків та їх оптимізації при реалізації паралельно-ієрархічного перетворення на базі спеціалізованих апаратних графічних прискорювачів, що забезпечує покращення швидкодії оброблення зображень. Результати досліджень задовольняють вимоги до оброблення вхідних зображень у реальному часі, а також забезпечують покращення показників продуктивності, точності оброблення і класифікації плямоподібних зображень лазерного променя.

Використання практичних результатів даних досліджень є актуальним для оптичних систем зв'язку, а також для систем лазерної локації, систем навігації, систем, що використовуються в медицині та обробці матеріалів [2,10].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. L. Andrews, R. Phillips, "Laser Beam Propagation through Random Media", Second Edition, SPIE Press Monograph, vol. PM152, 2005.
2. O. Aharon, "Laser Beam Profiling and Measurement", Mode of access: World Wide Web. URL: http://www.novuslight.com/laser-beam-profiling-and-measurement_N678.html.
3. A. Yarovy, L. Timchenko, N. Kokriatskaia, S. Nakonechna, M. Mateichuk Organization of High-Performance Parallel-Hierarchical Computing Processes for Classification of Laser Beam Images. – Development and application systems : Proceedings of the 12th International Conference on DAS-2014, May 15-17, 2014, Suceava, Romania – Suceava, Universitatea Stefan cel Mare Suceava, 2014 – p. 192-197.
4. Кулик О.О. Класифікація плямоподібних зображень з різним ступенем спотворення на базі нечітких систем з багатопотоковою обробкою / Кулик О.О., Яровий А.А.: Збірник тез доповідей VI Міжнародної конференції студентів і молодих науковців [MIT-2016], (Одеса, 25-27 квітня 2016 р.) – Одеса, ВМБ, 2016. – с. 145-146.
5. Яровий А. А. Методи та засоби організації високопродуктивних паралельно-ієрархічних обчислювальних систем із рекурсивною архітектурою : монографія / А. А. Яровий. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 363 с.
6. A.A. Yarovy Parallel-hierarchical processing and classification of laser beam profile images based on the GPU-oriented architecture / A.A. Yarovy, L.I. Timchenko, V.P. Kozhemiako, N.I. Kokriatskaia, R.R. Hamdi, T.O. Savchuk, O.O. Kulyk, W. Surtel, Ye. Amirgaliyev, G. Kashaganova : [Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments], (August 07, 2017), Proceedings SPIE 10445. – 2017. – P. 10445 – 10445-10. – <http://dx.doi.org/10.1117/12.2280975>.
7. Яровий А.А. Комп'ютерне моделювання процесу паралельного оброблення зображень на основі технологій OpenMP та NVIDIA CUDA / А. А. Яровий, О. О. Кулик, І. Р. Арсенюк // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2015. – №2(30). – С. 33-39.
8. L. Timchenko The method of parallel-hierarchical transformation for rapid recognition of dynamic images using GPGPU technology / L. Timchenko, A. Yarovy, N. Kokriatskaya, S. Nakonechna, L. Abramenko, T. Jawicki, P. Popiel, L. Yesmakhanova : [Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments], (September 28, 2016), Proceedings SPIE 10031. – 2016. – <http://dx.doi.org/10.1117/12.2249352>.
9. Яровий А. А. Паралельно-ієрархічне перетворення плямоподібних зображень на основі Multi-GPU систем / Яровий А. А., Кулик О. О., Кокряцька Н. І. // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2015. – №3(34). – С. 72-80.
10. Processing laser beam images using parallel-hierarchical FPGA-based transformations / L.I. Timchenko, N.S. Petrovskiy, N.I. Kokryatskaya, A.A. Yarovy, R. Romaniuk, P. Kisala, S. Smailova. – Information Technology in Medical Diagnostics. Proceedings. [Edited by W. Wójcik and A. Smolarz] – Boca Raton, London, New York, Leiden: CRC Press Taylor & Francis Group, 2017. – P. 129-147. – Print ISBN: 978-1-138-29929-0. eBook ISBN: 978-1-351-57895-0. <https://doi.org/10.1201/9781315098050>

Яровий Андрій Анатолійович — д.т.н., професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, e-mail: a.yarovy@vntu.edu.ua.

Andrii A. Yarovy — Doctor of Science (Eng.), Professor, Head of Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Khmelnytske shose, 95, e-mail: a.yarovy@vntu.edu.ua.