

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Бочкарьова Олексія Юрійовича на тему «Організація адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів в автономних розподілених системах», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність теми дисертації. Масштаби проектування, розробки та застосування автономних розподілених систем (комп'ютерних, програмних, кіберфізичних) в останній час швидко зростають. Вирішальними чинниками, які обумовлюють цей процес, є розвиток обчислювальних та комунікаційних можливостей сучасних обчислювальних засобів, зокрема перехід до моделей мобільних обчислень, в яких окремі компоненти автономної розподіленої системи можуть переміщуватись у фізичному просторі, що в свою чергу суттєво ускладнює проблему організації відповідних вимірювально-обчислювальних процесів. Ще одним важливим напрямком розвитку розподілених систем є збільшення їх автономності за рахунок передачі їм суттєвої частини повноважень у прийнятті рішень як в області практичних задач, які вирішують ці системи, так і в області оптимізації та забезпечення надійності роботи самих цих систем. Для забезпечення більшої автономності та оптимізації роботи розподілених систем широко застосовуються методи штучного інтелекту (в тому числі методи машинного навчання), технології багатоагентних систем, принципи адаптації та самоорганізації. В рамках цього підходу в дисертації Бочкарьова О.Ю. розглянуто актуальне питання розроблення нових методів організації адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів в автономних розподілених системах на основі принципів децентралізованого управління та самоорганізації з метою створення автономних інтелектуальних засобів збору інформації у складі мобільних кіберфізичних систем, автономних систем розподіленої робототехніки та розподілених програмних систем.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано згідно з планом науково-дослідних робіт кафедри електронних обчислювальних машин Національного університету «Львівська політехніка» в межах наукового напрямку кафедри: «Питання теорії, проектування та реалізації комп'ютерних систем та мереж, а також комп'ютерних засобів, вузлів, приладів і пристроїв вимірювальних, інформаційних, керуючих, телекомунікаційних та кіберфізичних систем». Представлені в дисертації дослідження проводились в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт: «Розробка нових принципів побудови вимірювально-обчислювальних мереж з елементами самоорганізації для екологічного моніторингу», 2000-2001 рр. (номер держреєстрації 0100U000530), «Інтелектуальні реконфігуровані нарощувані

вимірювально-обчислювальні мережі екологічного моніторингу: принципи структурної самоорганізації та функціонування», 2002-2003 рр. (номер держреєстрації 0102U001163), «Конфігуровані вимірювально-обчислювальні мережі інтелектуальних автономних агентів для вирішення задач моніторингу навколишнього середовища», 2004-2006 рр. (номер держреєстрації 0104U002284), «Інтеграція методів і засобів вимірювання, автоматизації, опрацювання та захисту інформації в базисі кібер-фізичних систем», 2015-2017 рр. (номер держреєстрації 0115U000446).

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій та їх достовірність. Наукові положення, винесені на захист, обґрунтовані та доведені на належному науковому рівні. Мета, постановка задачі, методологія і інструментарій проведення дисертаційного дослідження, а також наведені в кінці роботи висновки є логічними, вони відображають отримані автором наукові результати та не суперечать відомим математичним і фізичним закономірностям.

Достовірність отриманих теоретичних і практичних результатів, а також запропонованих автором рішень, висновків і рекомендацій ґрунтується на кваліфікованому підході до постановки задач досліджень, логічно правильному обґрунтуванню прийнятих допущень при виборі математичних моделей і коректному використанні математичного апарату. Крім того, достовірність підтверджується збіжністю між результатами теоретичного аналізу та результатами комп'ютерного моделювання і експериментальних досліджень. Наукові положення дисертації не суперечать основним теоретичним засадам обчислювальної техніки та принципам аналізу і синтезу апаратних та програмних засобів комп'ютерних та інформаційно-вимірювальних систем.

Обґрунтованість та вірогідність наукових результатів забезпечується коректністю постановки розглянутих задач, коректністю виконаних розрахунків та обчислювальних експериментів, і підтверджується малими значеннями розбіжностей між результатами теоретичного аналізу та експериментальних досліджень.

Основні результати досліджень та наукова новизна отриманих результатів. В дисертації розв'язано наукову задачу розроблення нових методів організації адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів в автономних розподілених системах на основі принципів децентралізації та самоорганізації. При цьому отримано такі наукові результати:

вперше

- запропоновано метод структурної адаптації вимірювально-обчислювальних процесів в децентралізованих автономних розподілених системах на основі машинного навчання блоку прийняття рішень щодо вибору дій на структурному та підпорядкованому йому функціональному рівні, який забезпечує більш ефективний розподіл вимірювальних та

обчислювальних ресурсів за умов невизначеності та більш високу надійність і живучість підсистем збору інформації автономної розподіленої системи;

- запропоновано метод координації адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів на основі відкладеної у часі інформаційної взаємодії у розподіленому координаційному просторі шляхом передавання та асинхронної реплікації координуючих повідомлень із заданим часом зберігання, з використанням запропонованого набору локальних правил зміни стану координаційного простору, чим досягається взаємне виключення при виборі дослідницьких дій та стійкість координації до відмов вимірювально-обчислювальних процесів і втрат координуючих повідомлень;

- запропоновано метод децентралізованого управління адаптивними вимірювально-обчислювальними процесами в автономних розподілених системах на основі принципу врівноваження та навчання з підкріпленням за методом нормованої експоненційної функції, який дає змогу організувати автономні розподілені дослідження за умов динамічних змін кількості вимірювально-обчислювальних процесів та ненадійної обмеженої інформаційної взаємодії між ними;

удосконалено

- спосіб функціонального узгодження методів організації адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів та методів просторової самоорганізації мобільних вимірювальних агентів шляхом паралельного виконання відповідного вимірювально-обчислювального процесу та процесу управління переміщенням мобільного вимірювального агента з використанням запропонованого протоколу їх взаємодії та алгоритму планування паралельного виконання, що дає змогу прискорити обчислення в блоці прийняття рішень мобільного вимірювального агента.

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні автономних інтелектуальних засобів збору інформації у складі мобільних кіберфізичних систем, автономних систем розподіленої робототехніки та автономних розподілених програмних систем з використанням розробленого програмно-алгоритмічного забезпечення, яке реалізує запропоновані методи організації адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів.

Запропоновані методи організації адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів також реалізовано у розробленій автономній розподіленій системі моніторингу навколишнього середовища на основі інтелектуальних агентів, автономній розподіленій системі виявлення та відстеження порушників та автономній децентралізованій системі моніторингу комп'ютерної мережі на основі програмних агентів.

Науково-практичні результати дисертації використано у навчальному процесі на кафедрі електронних обчислювальних машин Національного університету «Львівська політехніка» в робочих програмах навчальних дисциплін «Комп'ютерні системи», «Теорія інтелектуальних систем», «Організація обчислювальних процесів в паралельних системах».

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях. За результатами виконаних дисертаційних досліджень опубліковано 40 наукових праць, з яких 21 стаття у фахових науково-технічних виданнях (згідно з переліком МОН України), 2 статті у наукових періодичних виданнях інших держав, що входять до міжнародних наукометричних баз (в тому числі Scopus), та 17 доповідей у матеріалах конференцій та семінарів. Аналіз публікацій засвідчує, що вони відображають зміст усіх розділів дисертації.

Результати досліджень, викладені в дисертаційній роботі, доповідались та обговорювалися на міжнародних науково-технічних конференціях та наукових семінарах, зокрема International Conference “Advanced Computer Systems and Network: Design and Application” (Львів, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013), 20th European Conference on Modelling and Simulation (Bonn, Germany, 2006), NASA/ESA Conference on Adaptive Hardware and Systems (Edinburgh, UK, 2007), EUROSIM/UKSim 10th International Conference on Modelling and Simulation (Cambridge, UK, 2008), 4-а Міжнародна науково-технічна конференція «Інтегровані інтелектуальні робото-технічні комплекси» (Київ, 2011), Всеукраїнська науково-технічна конференція з міжнародною участю «Підводна техніка і технологія» (Миколаїв, 2012), Науковий семінар «Кіберфізичні системи: досягнення та виклики», НУ «Львівська політехніка» (Львів, 2015, 2016, 2017).

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яťох розділів, висновків, списку використаних джерел (121 найменування) та додатків. Повний обсяг дисертації становить 219 сторінок, з яких 130 сторінок основного тексту. Обсяг дисертації відповідає вимогам щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Робота містить 54 рисунки, 10 таблиць та 3 додатки. В авторефераті відображені усі основні положення дисертації.

Відповідність теми дисертації профілю спеціальності. Тема та зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти за напрямками досліджень: «Теоретичні основи створення та вдосконалення високоефективних технічних і програмних компонентів комп'ютерних систем і мереж загального та спеціального призначення, розподілених систем та їх компонентів відповідно до різних ієрархічних рівнів їх організації й умов експлуатації» та «Теоретичні основи аналізу, синтезу, інтелектуалізації, підвищення ефективності, оптимізації та застосування інформаційно-вимірювальних систем, орієнтованих на різні предметні області, а також комп'ютеризованих систем діагностування та контролю параметрів процесів і середовищ, систем для вимірювання параметрів випадкових процесів і полів, систем ідентифікації сигналів, систем автоматичного контролю технологічних процесів тощо».

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

1. У 2-му розділі відсутнє змістовне порівняння двох запропонованих варіантів методу структурної адаптації вимірювально-обчислювальних процесів (на основі нормованої експоненційної функції та на основі оцінки верхньої довірчої межі) між собою. Їх порівняння з методами параметричної адаптації (с.69, с.71-73, с.75) не дає відповіді на питання: за яких умов який з двох варіантів методу структурної адаптації краще.

2. Використання у 2-му розділі латинської літери M одночасно для позначення кількості джерел інформації (m, M), службової моделі ($M(O)$) та координатного простору (M) створює плутанину в умовних позначеннях.

3. В п. 2.4.4. нема пояснень до рис. 2.12 та 2.13 (с.85). Відтак лишається не зрозумілим в який спосіб моделювалася робота методу координації адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів. На с.84 зазначено, що «була відлагоджена логіка роботи різних сценаріїв використання методу координації». Яких саме сценаріїв? Що було отримано в результаті відлагодження?

4. В п.2.5. недостатньо деталізовано роботу алгоритму управління адаптивним вимірювально-обчислювальним процесом (с.86). Зокрема з наведеного опису не зрозуміло в який момент відбувається відправка координуючого повідомлення та як здійснюється асинхронна реплікація координуючих повідомлень.

5. В описі методу децентралізованого управління вимірювально-обчислювальними процесами (п. 3.1.2, с.92) відсутні пояснення щодо величини $k(t)$. Відповідно у формулі (3.4) верхня межа суми – це невідома величина.

6. У п. 3.1.2 (с.92) не вказано в який спосіб обираються значення вагових коефіцієнтів $\{w_i\}$ і як це впливає на розрахунок значення оціночної ваги $V_i(a,d)$ (формула (3.4)).

7. В п. 4.1. відсутні пояснення того, як було отримано експериментальну оцінку відносного прискорення обчислень g^* (Табл. 4.1).

8. В 5-му розділі нема порівняння розроблених автономних розподілених систем (моніторингу навколишнього середовища, виявлення та відстеження порушників, моніторингу комп'ютерної мережі) з відповідними системами-аналогами, яке б дозволило оцінити вигреш (або програш) від застосування у розроблених системах запропонованих в роботі методів організації адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів.

9. Детальний опис програмної реалізації агентів та інших програмних компонент децентралізованої системи моніторингу комп'ютерної мережі (с.166-174) було б доцільно перенести з основного тексту у додатки.

Висновки

Дисертація Бочкарьова О.Ю. є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати в області комп'ютерних систем, що в сукупності забезпечили розв'язання актуальної наукової задачі – розроблення нових методів організації адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів в автономних розподілених системах на основі принципів децентралізації та самоорганізації. Зміст роботи свідчить про високий рівень кваліфікації автора, його наукову зрілість та самостійність. Зазначені недоліки і зауваження не є принциповими та не впливають на загальну позитивну оцінку та вагомість результатів одержаних в ході дисертаційних досліджень. Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Дисертаційна робота Бочкарьова Олексія Юрійовича «Організація адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів в автономних розподілених системах» відповідає «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановами Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 року № 567 та від 19.08.2015 року № 656, що висуваються до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти, а її автор Бочкарьов Олексій Юрійович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ

Завідувач кафедри
програмного забезпечення
Вінницького національного технічного
університету МОН України,
доктор технічних наук, професор



Петух А. М.

