

курс [Текст]: [пер. с англ.] / Д. Хантер, Дж. Рафтер, Дж. Фаусетт, Е. Ван дер Влиет. – 4-е изд. – М: ТОВ “Вильямс”, 2009. – 1344 с. 9. Храмов П.Б. Основы Web-технологий / П.Б. Храмов, С.А. Брик, А.М. Русак. – СПб: БХВ-Петербург, 2007. – 480 с. 10. Хэррингшоу К. Оптимизация сервера Web / К. Хэррингшоу // LAN: журнал сетевых решений. – 1997. – № 8. 11. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.osp.ru/lan/1997/08/111.htm>. 12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/1_NIO_2011/Informatica/78189.doc.htm.

УДК 681.3; 004.896

О.Ю. Бочкарьов

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електронних обчислювальних машин

ПРОБЛЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ АДАПТИВНИХ ВИМІРЮВАЛЬНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ У АВТОНОМНИХ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ

© Бочкарьов О.Ю., 2012

Розглянуто проблему організації адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів у автономних розподілених системах. Запропоновано відповідну модель, механізм координації та алгоритм управління адаптивним вимірювально-обчислювальним процесом.

Ключові слова: адаптивний вимірювально-обчислювальний процес, автономна розподілена система.

The problem of organization of adaptive measurement and computational processes in the autonomous distributed systems is considered. The corresponding model, coordination mechanism, and control algorithm are proposed.

Key words: adaptive measurement and computational processes, autonomous distributed system.

Вступ

Інтенсивний розвиток та впровадження інформаційних технологій в усіх сферах людської діяльності супроводжується збільшенням автономності та масштабу відповідних комп'ютерних та програмних систем. Відтак дослідження та розробки в області автономних розподілених систем (АРС) набувають все більшої актуальності [1–7]. Одним з ключових моментів у роботі таких систем є організація вимірювально-обчислювальних процесів (ВО-процесів), які: 1) збирають інформацію про оточення АРС, про її об'єкт управління (цільове середовище) та про роботу самої АРС; а також 2) виконують попередню обробку зібраної інформації для її подальшого використання системами управління та іншими компонентами АРС. При цьому внаслідок автономності та розподіленості таких систем виникає потреба у використанні методів адаптації ВО-процесів до збурень у оточенні АРС, недетермінованих змін об'єкта управління та змін у роботі самої АРС (викликаних, наприклад, частковою відмовою її вузлів чи зменшенням запасу енергії). У найцікавіших випадках йдеться про делегування значної частини повноважень із прийняття рішень щодо роботи АРС адаптивним ВО-процесам на основі концепції інтелектуального автономного агента (intelligent autonomous agent) та технологій багатоагентних систем (multi-agent systems) [8, 9]. У межах цього підходу окремий вимірювально-обчислювальний вузол АРС отримав назву “вимірювальний агент” [1–7], поведінку якого реалізує відповідний адаптивний ВО-процес. У цій роботі розглянуто актуальну проблему організації адаптивних ВО-процесів як відображення та результату колективної поведінки автономних вимірювальних агентів.

Стан проблеми

Проблему організації адаптивних ВО-процесів у АРС досліджують багато наукових груп та шкіл [10–6]. На особливий інтерес серед цих досліджень заслуговують спроби забезпечити можливість самостійного пошуку колективом вимірювальних агентів найкращого (згідно із заданими критеріями) способу збору та попередньої обробки інформації та відповідної організації адаптивних ВО-процесів в АРС (за умов повністю децентралізованого управління і відсутності центра управління). Однак більшість запропонованих в цьому напрямі рішень відрізняються сильною прив'язкою до конкретних методів оптимізації процедури збору інформації, на яких вони основані. Така “спеціалізованість” цих рішень унеможливує їх застосування для розв’язання інших, іноді дуже схожих за змістом, задач. Наприклад, рішення, запропоноване в [11], основане на використанні діаграм Вороного, внаслідок чого не підходить для розв’язання інших подібних задач, в яких важко чи взагалі неможливо визначити відстані у відповідному параметричному просторі. Питання забезпечення універсальності рішень щодо організації адаптивних ВО-процесів розглянуто в [16] з позиції класифікації різних методів оптимізації процедури збору інформації та формування їх основних класів. Інший підхід до забезпечення універсальності ґрунтується на узагальненому описі задачі автономних розподілених досліджень [7], який з деякими змінами використано у цій роботі. Також відзначимо, що в переважній більшості відомих рішень не враховується специфіка роботи вимірювально-обчислювальних систем та систем обміну інформацією з погляду проблем, пов’язаних з розподілом обчислювальних та комунікаційних ресурсів, їх нестачею та можливими відмовами відповідних апаратних засобів. Внаслідок цього виникають великі труднощі при практичній реалізації цих рішень, особливо в АРС, до складу яких входять мобільні вузли (наприклад, автономні підводні апарати) з порівняно невеликими обчислювальними та комунікаційними можливостями.

Постановка задачі

Розглянути проблему організації адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів у автономних розподілених системах. Розробити модель організації адаптивних ВО-процесів на основі узагальненого опису задачі автономних розподілених досліджень. Розробити механізм координації спільних узгоджених дій адаптивних ВО-процесів у задачах збору та попередньої обробки інформації. Розробити алгоритм управління адаптивним ВО-процесом на основі концепції структурної адаптації.

Розв’язання задачі

Модель організації адаптивних ВО-процесів. Відповідно до узагальненого опису задачі автономних розподілених досліджень [7] розглядатимемо множину адаптивних ВО-процесів $\{p(a_i)\}$, $i = 0, \dots, n$, де n – кількість ВО-процесів, які виконуються в АРС, та множину джерел інформації $D = \{d\}_m$, де m – загальна кількість доступних джерел інформації, така, що $m > n$. Кожний $p(a_i)$ 1) отримує вимірювальну інформацію від сенсорної підсистеми вузла АРС, на якому він виконується; 2) виконує попередню обробку отриманої інформації та доповнює службову модель об’єкта дослідження $M(O)$; 3) приймає рішення про зміну своєї частки обчислювального ресурсу $r(a_i)$ та комунікаційного ресурсу $c(a_i)$, які він використовує; 4) приймає рішення про зміну (перемикання) джерела інформації d , з якого він отримує інформацію; 5) передає отриману вимірювальну інформацію та службову інформацію іншим ВО-процесам та компонентам АРС (рис. 1). В один момент часу ВО-процес може отримувати інформацію лише з одного джерела інформації. Перемикання між джерелами здійснюється згідно з відомою схемою допустимих перемикань джерел інформації та призводить до витрат, які визначаються відомою функцією $f_q(d_i, d_j)$ [7].

Мета організації адаптивних ВО-процесів полягає у зборі максимальної кількості інформації упродовж виділеного на дослідження проміжку часу (кількість часових кроків) T за умови не перевищення сукупних витрат на перемикання між джерелами деякої заданої величини ($I_T \rightarrow \max$, $T = \text{const}$, $\sum f_q < Q$). При цьому на кожному кроці сумарна кількість обчислювального та комунікаційного ресурсів обмежена величинами r_s та c_s відповідно (у найзагальнішому випадку ці величини можуть змінюватись від одного кроку до іншого). Складність організації адаптивних ВО-процесів визначається складністю не відомої наперед структури внутрішніх зв’язків

(взаємозалежностей між джерелами інформації) $C(D)$, яка відображає природу об'єкта дослідження та закони процесів, які в ньому розгортаються.

Адаптивність ВО-процесу $p(a_i)$ реалізується ітераційними процедурами прийняття рішення щодо: 1) цілеспрямованого перерозподілу обчислювальних та комунікаційних ресурсів (в ході координаційної взаємодії з іншими ВО-процесами); 2) цілеспрямованого перемикання джерел інформації (у ході спільного колективного пошуку оптимального набору джерел чи оптимального набору індивідуальних законів перемикання джерел). Відзначимо, що адаптивність ВО-процесу з погляду ітераційного покращення процедури збору вимірювальної інформації розглядається в контексті ідеї самоорганізації колективу вимірювальних агентів [3–5] та гіпотези про відповідність здатного до самоорганізації інструменту дослідження складному нелінійному об'єкту дослідження, в якому розгортаються синергетичні процеси [3–5]. Крім того, до зазначених ітераційних процедур прийняття рішення ставлять такі вимоги [17]: 1) робота в реальному масштабі часу: вибір рішення окремим $p(a_i)$ має займати деякий незмінний проміжок часу, який не перевищує заданої величини затримки; 2) локальність поведінки: кожний $p(a_i)$ має приймати рішення самостійно незалежно від інших ВО-процесів; 3) локальність взаємодії: процедури прийняття рішень мають коректно працювати в умовах обмеженої інформаційної взаємодії ВО-процесів (у межах заданої схеми інформаційної взаємодії між $\{p(a_i)\}$); 4) уніфікованість: всі $p(a_i)$ мають виконувати однакові процедури прийняття рішень).

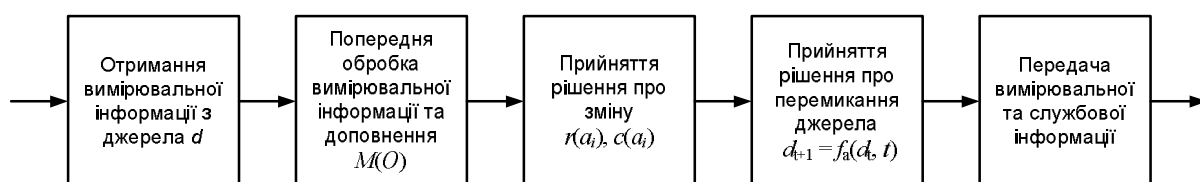


Рис. 1. Схема адаптивного вимірювально-обчислювального процесу

Зауважимо, що, доповнюючи класифікацію задач, наведену в [7] (“потоків” та “ємнісні” задачі), можна запропонувати класифікацію моделей організації адаптивних ВО-процесів на основі різних варіантів змістової інтерпретації величини $u(d,t)$, під якою розумітимемо приріст інформації про об'єкт дослідження, отриманий $p(a_i)$ з джерела d на кроці t . З погляду зміни у часі, в простішому випадку $u(d,t)$ – це незмінна величина ($u(d,t) = u(d)$), тоді як у складнішому випадку $u(d,t)$ змінюється у часі. Крім цього, з погляду історії вибору (перемикання) джерел, в простішому випадку $u(d,t)$ не залежить від історії вибору джерел ВО-процесом, тоді як у складнішому випадку $u(d,t)$ залежить від попередніх виборів джерел. Відтак можна визначити три типи моделей організації адаптивних ВО-процесів (за зростанням складності відповідних задач у межах цих моделей):

1. $u(d,t)$ не змінюється у часі; задачі у межах цієї моделі зводяться до пошуку джерел інформації з найбільшими значеннями $u(d)$; прикладом таких задач можуть бути задачі на основі інтерполяційної моделі колективної поведінки вимірювальних агентів [2] та задачі, побудовані на основі методів теорії планування експериментів [18].

2. $u(d,t)$ змінюється у часі й не залежить від історії вибору джерел; зміст задач у межах цієї моделі визначається типом і характером функції $u(d,t)$; наприклад, якщо $u(d,t)$ – це одноступенева функція (вся інформація вибирається з джерела за один такт, після чого вибір певного джерела завжди дає нульовий приріст інформації), то відповідну задачу можна сформулювати як варіант задачі пакування рюкзака (knapsack problem); у випадку, коли $u(d,t)$ – це стаціонарна випадкова функція, ми отримуємо варіант задачі цілеспрямованої поведінки у стаціонарному випадковому середовищі [13,14];

3. $u(d,t)$ змінюється у часі й залежить від історії вибору джерел; у межах цієї моделі розглядаються задачі, в яких закладено ідею взаємозалежності джерел інформації (визначеної, наприклад, на основі поняття взаємної інформації); при цьому схема взаємозалежностей джерел може мати як детермінований, так і ймовірнісний характер; прикладом таких задач можуть бути задачі, для розв'язання яких застосовуються методи структурної адаптації [7], та задачі, побудовані на основі марковського

процесу прийняття рішень (Markov decision process) та марковського процесу прийняття рішень з обмеженим спостереженням станів (partially observable Markov decision process).

Відзначимо, що за аналогією до величини $u(d,t)$ в моделях організації адаптивних ВО-процесів доцільно розглядати величину $v(d,t)$, під якою розумітимемо приріст інформації про структури внутрішніх зв'язків між джерелами інформації $C(D)$, отриманий $p(a_i)$ з джерела d на кроці t .

Механізм координації спільних узгоджених дій адаптивних ВО-процесів. З урахуванням наведених вище вимог до ітераційних процедур прийняття рішення у складі $p(a_i)$ та цілей організації $p(a_i)$ можна запропонувати такий механізм координації спільних узгоджених дій адаптивних ВО-процесів на основі методу координації незалежних процесів прийняття рішення за допомогою координаційного простору [19, 20]. Формальне визначення цього механізму координації складається з компонент (M, A) та правил (RM, RA) . Під M розуміють деякий координаційний простір (рис. 2), у структурі якого відображається проблематика організації адаптивних ВО-процесів з погляду: 1) можливих конфліктів за володіння часткою обчислювальних та комунікаційних ресурсів; 2) узгодження спільних дій щодо вибору джерел інформації (проблема взаємного виключення, характер взаєморозміщення в фізичному чи параметричному просторі об'єкта дослідження тощо). Під A розуміють множину $\{p(a_i)\}$, які "розміщені" в координаційному просторі M . При цьому $M = (V, E)$, де $V = \{v\}$ – множина вершин (точок прийняття рішення щодо вибору наступного джерела інформації), а $E = \{e\}$ – множина ребер $e = \{v_i, v_j\}$, $i \neq j$, які поставлені у відповідність до джерел інформації. Відповідно проходження процесу $p(a_i)$ по ребру e означає отримання інформації з певного джерела. Для кожного вузла задається кортеж

$$(E(v), C(v), S_i(v), D_i(v), Q_i(v)),$$

де $E(v)$ – множина ребер, які належать до заданого вузла; $C(v)$ – множина всіх можливих пар ребер (способів "проходження" заданого вузла); $S_i(v)$ – множина станів всіх можливих пар ребер (нульове значення означає, що відповідний "прохід" закрито); $D_i(v)$ – множина індикаторів величини вибору (показує кількість "виходів" з вершини для кожного "входу"); $Q_i(v)$ – множина лічильників часу, які визначають кількість тактів, яка залишилася до "відкриття" відповідного закритого "проходу" [19, 20].

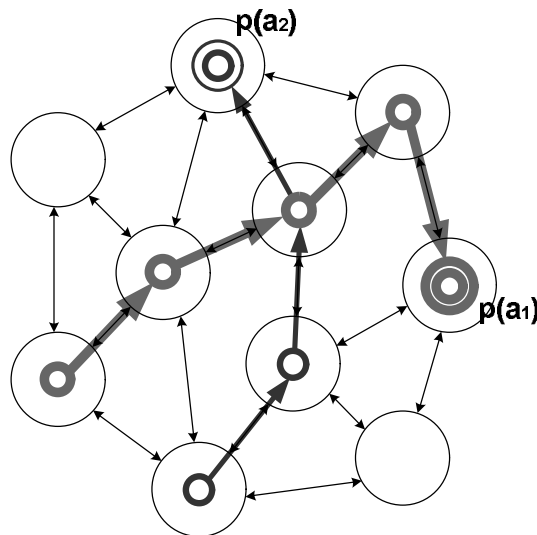


Рис. 2. Приклад координаційного простору з двома ВО-процесами $(p(a_1), p(a_2))$, які переміщуються в його вершинах, залишаючи за собою слід $(h(a_1) = 4, h(a_2) = 3)$

Для кожного ВО-процесу $p(a_i)$ задається кортеж

$$(x_0(a), x_t(a), s_t(a), h(a), f_a),$$

де $x_0(a)$ – початкове розміщення $p(a_i)$ у координаційному просторі; $x_t(a)$ – поточна вершина, в якій розміщено $p(a_i)$; $s_t(a)$ – стан $p(a_i)$, який визначає, чи може цей $p(a_i)$ продовжувати рух в координаційному просторі; $h(a)$ – довжина сліду, який залишає за собою $p(a_i)$ у вершинах координаційного простору; f_a – функція вибору $p(a_i)$ наступної вершини: $x_{t+1} = f_a(x_t, u_t)$, де u_t – вектор індикаторів можливостей переходу [19, 20].

Правила $\mathbf{RM} = \{RM1, RM2, RM3\}$ визначають зміну станів вершин, зокрема правило RM1 визначає ситуації “закриття проходу” через вершину, правило RM2 визначає закономірність “випаровування” сліду, який залишає $p(a_i)$ у координаційному просторі, а правило RM3 визначає залежності між парами ребер однієї вершини з погляду їх “закриття”. Правила $\mathbf{RA} = \{RA1, RA2, RA3, RA4, RA5\}$ визначають спосіб переміщення $p(a_i)$ в координаційному просторі та зміну його станів. Правило RA1 визначає, що усі $p(a_i)$ починають рух у координаційному просторі з різних вершин. Правило RA2 визначає, що на заданому кроці $p(a_i)$ не може повернутися в ту вершину, з якої він вийшов на попередньому кроці. Правило RA3 визначає, що кожний $p(a_i)$ повинен в кожному такті обов’язково здійснити перехід за наявності такої можливості. Правило RA4 визначає поведінку декількох $p(a_i)$, які одночасно потрапили до однієї вершини (проблема взаємного виключення). Правило RA5 визначає поведінку $p(a_i)$, який заблокований у вершині, внаслідок відсутності “виходів”, тобто не може продовжувати переміщення в координаційному просторі [19, 20].

Ідея використання такого механізму полягає у тому, що він: 1) забезпечує взаємне виключення ВО-процесів при виборі джерел інформації; 2) забезпечує зниження надлишкової інформації, яку збирають $p(a_i)$ за рахунок використання слідів (у цьому випадку ми припускаємо, що, після відвідування джерела, інформації в ньому залишається дуже мало або вона зовсім зникає на деякий час); 3) забезпечує вирішення конфліктів щодо використання обчислювальних, комунікаційних та енергетичних ресурсів за допомогою блокування $p(a_i)$ у вершинах. Зауважимо, що додатковим елементом координації у цьому випадку може бути змінна довжина сліду, вибір величини якої можна делегувати $p(a_i)$. Отже, можна розглядати задачу адаптації довжин сліду $p(a_i)$ в різних ділянках координаційного простору залежно від вигляду функцій $u(d,t)$ для відповідних джерел.

Алгоритм управління адаптивним ВО-процесом на основі концепції структурної адаптації. Відповідно до концепції структурної адаптації [7, 21] можна запропонувати алгоритм управління адаптивним ВО-процесом (рис. 3).

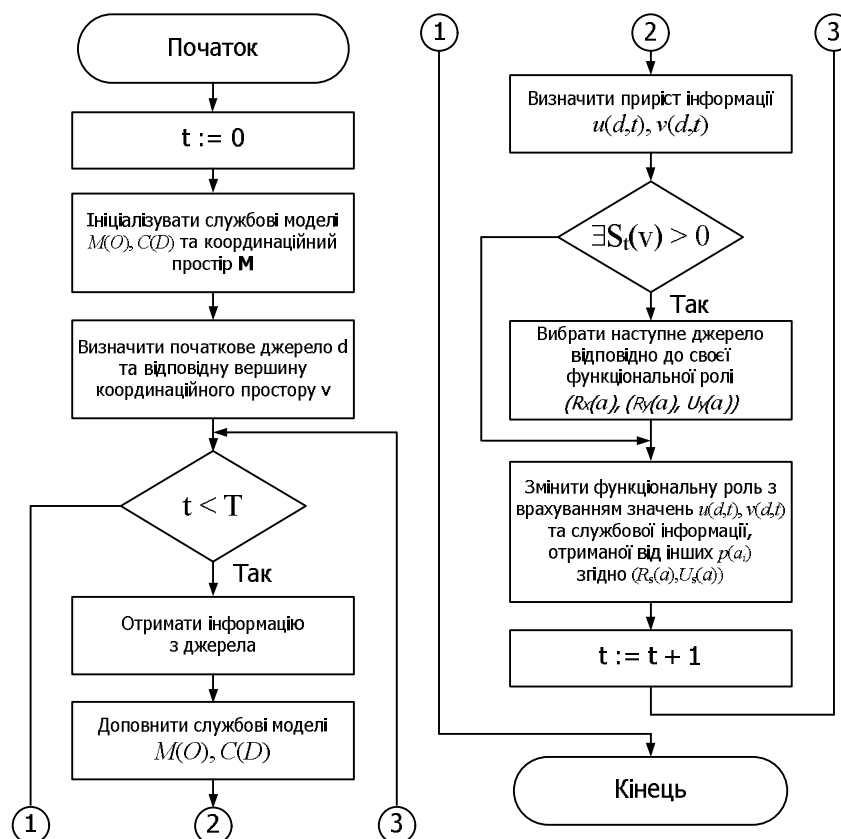


Рис. 3. Граф-схема алгоритму управління адаптивним ВО-процесом

На початку роботи ВО-процес ініціалізує свої структури даних для збереження службових моделей $M(O)$, $C(D)$ та координаційного простору \mathbf{M} . Після цього визначається початкове джерело

інформації (наприклад, у результаті виконання процедури початкового розміщення вимірювальних агентів [1, 3] у просторі об'єкта дослідження) та відповідна йому вершина координаційного простору. Далі в кожному такті своєї роботи $p(a_i)$ отримує інформацію з джерела; доповняє службові моделі $M(O)$, $C(D)$ та визначає приріст інформації $u(d,t)$, $v(d,t)$ (за необхідності здійснюючи обмін інформацією з іншими $p(a_i)$ та виконуючи відповідні попередні обчислення; на цьому ж етапі може здійснюватись попереднє узгодження розподілу обчислювального та комунікаційного ресурсу); вибирає наступне джерело інформації і переходить у відповідну вершину координаційного простору (за наявності такої можливості), виконуючи вибір джерела відповідно до своєї функціональної ролі $(R_x(a), U_x(a))$ або $(R_y(a), U_y(a))$ [7]; приймає рішення про зміну функціональної ролі згідно з методом структурної адаптації $(R_s(a), U_s(a))$ [7].

Висновки

Розглянуто проблему організації адаптивних вимірювально-обчислювальних процесів у автономних розподілених системах. Запропоновано відповідну модель, механізм координації та алгоритм управління адаптивним вимірювально-обчислювальним процесом.

1. Бочкар'єв О.Ю., Голембо В.А. Система розподілених контактних вимірювань на основі автономних мобільних інтелектуальних агентів // Вісник НУ "Львівська політехніка" "Комп'ютерні системи та мережі". – 2001. – № 437. – С. 14–20. 2. Бочкар'єв О.Ю., Голембо В.А. Моделі колективної поведінки вимірювальних агентів // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" "Комп'ютерні системи та мережі". – 2002. – № 463. – С.19-27. 3. Мельник А.О., Голембо В.А., Бочкар'єв О.Ю. Нові принципи побудови вимірювально-обчислювальних мереж на основі інтелектуальних агентів // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" "Комп'ютерні системи та мережі". – 2003 – № 492. – С. 100–107. 4. Бочкар'єв А.Ю., Голембо В.А. Самоорганізація колектива мобільних измерительных агентів в задаче распределенных контактных измерений // Искусственный интеллект. – Донецк. – 2005. – № 3. – С. 723–731. 5. Бочкар'єв О.Ю. Колективна поведінка мобільних інтелектуальних агентів в задачах автономних розподілених досліджень // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" "Комп'ютерні системи та мережі". – 2005. – № 546. – С. 12–17. 6. Бочкар'єв О.Ю., Голембо В.А. Способи організації переміщення мобільних вимірювальних агентів: підходи до побудови концептуальних моделей // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" "Комп'ютерні системи та мережі". – 2009. – № 658. – С. 15–20 7. Бочкар'єв О.Ю. Структурна адаптація автономних розподілених вимірювально-обчислювальних систем // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" "Комп'ютерні системи та мережі". – 2010. – № 688. – С. 16–22. 8. Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence, by Gerhard Weiss (Editor), MIT Press, 2000. – 648 p. 9. Michael Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, John Wiley & Sons, 2002. – 348 p. 10. E.K.P. Chong, C. Kreucher, and A. Hero, Partially observable Markov decision process approximations for adaptive sensing, Discrete Event Dynamic Systems, 19(3):377-422, 2009. 11. Jorge Cortes, Sonia Martinez, Timur Karatas, Francesco Bullo, Coverage control for mobile sensing networks: variations on a theme // Proceedings of the Mediterranean Conference on Control and Automation, July 9-13, 2002, Lisbon, Portugal. Electronic Proceedings. 12. Naomi Ehrlich Leonard, D. Paley, R. Davis, D. Fratantoni, F. Lekien and F. Zhang, Coordinated Control of an Underwater Glider Fleet in an Adaptive Ocean Sampling Field Experiment in Monterey Bay // Journal of Field Robotics, 2010. 13. Andreas Krause, Ram Rajagopal, Anupam Gupta, and Carlos Guestrin, Simultaneous placement and scheduling of sensors // In Proceedings of the 2009 International Conference on Information Processing in Sensor Networks (IPSN '09), Washington, DC, USA, 2009. – P. 181–192. 14. Daniel Golovin, Matthew Faulkner, and Andreas Krause. Online distributed sensor selection // In Proceedings of the 9th ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks (IPSN '10), New York, NY, USA, 2010. – P. 220–231. 15. Ruben Stranders, Decentralised Coordination of Information Gathering Agents, Ph.d. thesis, University Of Southampton, November 2010. – 204 p. 16. Christophe Tricaud, Optimal Mobile Sensing and Actuation Strategies In Cyber-Physical

Systems, Springer, 2012. – 170 p. 17. Бочкаръов О.Ю., Голембо В. А. Самоорганізація автономних розподілених систем в задачах прийняття рішень в умовах невизначеності // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Комп’ютерні системи та мережі”. – 2010. – № 688. – С. 23–30 18. Dariusz Uciński. *Measurement Optimization for Parameter Estimation in Distributed Systems* // Technical University Press, Zielona Góra, 1999. 19. Botchkaryov A., Kovela S. *Concept of Multi-agent Conditional Interplay* // In Proceedings of EUROSIM/UKSim 10th International Conference on Modelling and Simulation, Cambridge, England, 1–3 April, 2008. – P. 100–105 20. Botchkaryov A., Kovela S. *A new approach to coordinate multi-agent interaction and decision making* // Матеріали 4-ї Міжнародної науково-технічної конференції “Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси”(ІРТК-2011), Київ, 23-25 травня, 2011. – С. 272–275. 21. Растрюгин Л.А., Рупа К.К., Тарасенко Г.С. *Адаптація випадкового пошука.* – Рига: Зинатне, 1978. – 239 с.

УДК 681.3; 004.3

О.Ю. Бочкаръов, В.А. Голембо

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електронних обчислювальних машин

АВТОНОМНІ РОЗПОДІЛЕНІ СИСТЕМИ З ЕЛЕМЕНТАМИ САМООРГАНІЗАЦІЇ: ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ

© Бочкаръов О.Ю., Голембо В.А., 2012

Розглянуто проблеми побудови та напрями вдосконалення автономних розподілених систем з елементами самоорганізації, відповідно до сучасних концепцій розвитку інформаційних технологій та обчислювальної техніки.

Ключові слова: автономна розподілена система, кіберфізична система, адаптація, самоорганізація.

The problems of development and improvement of autonomous distributed system with elements of self-organization based on modern concepts of progress of information technologies and computer techniques are considered.

Key words: autonomous distributed system, cyber-physical system, adaptation, self-organization.

Вступ

Масштаби застосування автономних розподілених систем (АРС) останнім часом швидко збільшуються. Вирішальними чинниками, які обумовлюють цей процес, є різке зростання обчислювальних та комунікаційних можливостей сучасних обчислювальних засобів та перехід до моделей мобільних обчислень, в яких окремих обчислювальний вузол безпроводної комп’ютерної мережі може переміщуватись у просторі. При цьому зберігається тенденція збільшення автономності розподілених систем за рахунок передачі їм суттєвої частини повноважень у прийнятті рішень як в області практичних задач, які розв’язують ці АРС, так і в області оптимізації та забезпечення надійності роботи самих АРС. Крім того, розподіленість таких систем у просторі унеможливує здебільшого використання класичних централізованих схем управління та організації їх роботи, потребуючи пошуку відповідних децентралізованих рішень [1]. Одним з найперспективніших напрямів вирішення проблем, пов’язаних зі зростанням автономності та забезпеченням децентралізованого управління АРС, є використання принципів самоорганізації та адаптації [1–5]. Відповідно АРС з елементами самоорганізації все частіше використовуються для розв’язання багатьох прикладних задач у сфері наукових досліджень, сфері інформаційних технологій, в промисловості та в області військових застосувань. Відтак в роботі розглянуто актуальне питання розв’язання проблем, які виникають під час розроблення та організації функціонування АРС з елементами самоорганізації.