

З виразу (15) випливає, що в результуючому сигналі корисна компонента набагато більша, компонента п'єдесталу зменшується до мінімуму або взагалі зникає – так само, як і компоненти статичних сигналів від дефектів мішені, а також синхронних і асинхронних перешкод. При цьому дуже важливо, що вихідний результуючий сигнал формується в кожному кадрі процесу зчитування з мішеней ПВ обох каналів. Це дає змогу відображати з високою якістю на екрані монітора не тільки статичні, але й динамічні об'єкти моніторингу.

Висновки

Пропонована процедура оптимізації процесу різницевого формування піросигналу і покадрового підсумовування суміжних кадрів дає змогу зменшити вимоги до тотожності обох каналів тепловізійної камери і мінімізувати вплив різних шумів, що істотно підвищує якість формованих нею теплових зображень.

1. Госсорг Ж. *Инфракрасная термография. Основы, техника, применение.* – М.: Мир, 1988. – 216 с. 2. Kolobrodov V., Rybalka V. *Pyroelectric camera modulation transfer function // Optical Engineering,* – 1995. – Vol.34, № 4. – P. 1044–1048. 3. Bozhenko I., Hrytskiy Z., Kondratov P. *Enhancement of thermographic images quality using pyrosignal digital frame-by-frame processing// Image processing methods in Applied mechanics.* – Warszawa: Politehnika Warszawska, 1999. – P. 61–63. 4. Боженко І., Воронов С., Кондратов П., Шаблатович А. *Відеопроцесор сумарно-різницевої обробки для системи тепловізійного моніторингу енергетичних об'єктів // Електроніка і зв'язок.* – 2003. – № 19. – С. 87–89. 5. Klushin Y., Kondratov P. *The two-channel videoprocessor of a System of remote monitoring // Advanced Computer Systems and Networks: Design and Application ACSN'2003. Proceedings.* – Lviv: NU "LP", 2003. – P. 31–32. 6. Пат. 66607 А Україна, МПК Н04N 5/33. *Тепловізійна камера/ Кондратов П. (Україна).* – № 2003087325: Заявл. 4.08.2003; Опубл. 17.05.2004; Бюл. № 5.

УДК 681.3, 621.3

О.Ю. Бочкарьов, Д.І. Бесединський
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра електронних обчислювальних машин

ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ ОДНОРАНГОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ БАГАТООАГЕНТНИХ СИСТЕМ

© Бочкарьов О.Ю., Бесединський Д.І., 2006

Розглянуто основні проблеми організації функціонування ОКМ. Обґрунтовано доцільність використання технології багатоагентних систем для вирішення цих проблем та запропоновано низку відповідних підходів на інфраструктурному та прикладному рівнях організації функціонування ОКМ.

Basic problems of peer-to-peer networking are considered. The usefulness of multi-agent approach for solving these problems is proved. Several corresponding approaches within the infrastructure and application levels of peer-to-peer networking are proposed.

Вступ

Використання однорангових (peer-to-peer) комп'ютерних мереж (ОКМ) останнім часом набуло великого поширення, особливо серед користувачів Internet. Вже сьогодні стає зрозумілим, що в майбутньому відповідні мережні технології відіграватимуть більш ніж істотну роль у роботі складних інформаційних систем [1, 2]. Це насамперед пов'язано з тим, що розвиток цих мережних

технологій відображає більш загальну тенденцію з дослідження та використання ресурсу децентралізованого управління складними системами, яка стала наслідком технологічних проривів у розробленні обчислювальних засобів та засобів цифрового зв'язку. Саме тому дослідження і вирішення проблем, пов'язаних із організацією функціонування ОКМ, є актуальним питанням, розв'язання якого дасть змогу створити нові висококонкурентні інформаційні технології.

У роботі розглянуто сучасний стан проблем організації функціонування ОКМ. Зокрема визначено основні проблеми організації функціонування ОКМ з погляду технічної реалізації та колективної поведінки користувачів ОКМ. У роботі також обґрунтовано доцільність використання технології багатоагентних систем для вирішення цих проблем та запропоновано низку відповідних підходів на інфраструктурному та прикладному рівнях організації функціонування ОКМ.

Огляд сучасного стану проблем організації функціонування ОКМ

В ОКМ кожен вузол може одночасно виконувати як роль клієнта, так і роль сервера. З цього погляду всі вузли ОКМ мають однакові права та можливості. У більшості випадків внаслідок обмеженості обчислювальних і мережних ресурсів кожний з вузлів взаємодіє безпосередньо лише з деякою підмножиною інших вузлів. Під взаємодією двох вузлів у цьому випадку розуміють можливість двостороннього прямого (без посередників) обміну інформацією між цими вузлами (так зване пряме з'єднання (direct connect)). Передбачено, що структура прямих з'єднань і набір вузлів, що формують ОКМ, можуть змінюватися з часом. Обмін інформацією між вузлами, що не мають прямого з'єднання, здійснюється за ланцюжком проміжних (транзитних) вузлів. При цьому з погляду моделі OSI одноранговість може бути реалізована на різних рівнях мережної взаємодії, починаючи від фізичного і закінчуючи прикладним рівнем. З врахуванням цього однорангові мережі, які функціонують зверху протоколу IP, називають оверлейними ОКМ (overlay p2p networks).

В основу організації функціонування і використання ОКМ покладено ідею надання обчислювальних, інформаційних та мережних ресурсів одними вузлами мережі іншим. З огляду на це розрізняють такі основні області використання ОКМ [2]: 1) збереження спільних даних та файлообмін; 2) обмін повідомленнями в діалоговому (on-line) режимі; 3) організація розподілених обчислень; 4) забезпечення спільної роботи користувачів [3]. З погляду технічної реалізації можна виділити низку основних проблем організації функціонування ОКМ, зокрема: 1) іменування вузлів та ресурсів ОКМ; 2) маршрутизація повідомлень та потоків даних; 3) пошук ресурсів в ОКМ; 4) реплікація та підтримка несуперечливості (цілісності) даних; 5) забезпечення анонімності роботи в ОКМ; 6) забезпечення безпеки роботи в ОКМ. Крім цього, беручи до уваги колективну поведінку користувачів ОКМ, можна виділити такі проблеми, як: 1) "безплатного проїзду" (free-rider problem) [2], 2) "шахрайства" (cheating) у файлообмінних ОКМ, 3) поширення підроблених файлів, 4) широкомовних розсилок небажаних повідомлень, 5) нарахування платежів за використання обчислювальних ресурсів інших вузлів [1] та багато інших.

Для вирішення цих проблем запропоновано багато різних підходів [1, 2], у межах яких відбувається інтенсивний розвиток відповідних ідей та пошук ефективних рішень. Однак переважно не розглядається цікава можливість делегування певної частини повноважень для вирішення зазначених вище проблем самій ОКМ (тобто відповідному програмному або апаратно-програмному забезпеченню). При цьому передбачено, що таке програмне забезпечення буде здатне самостійно вивчати закономірності динамічних змін, які відбуваються в ОКМ, та цілеспрямовано реагувати на них з метою покращання основних характеристик роботи мережі.

Постановка задачі

Виробити підходи до побудови ОКМ на основі технології багатоагентних систем (БАС) з метою забезпечення самостійного вирішення різних за змістом оптимізаційних задач відповідними програмними або апаратно-програмними засобами за умов відсутності центрального управління, локальної обмеженої інформаційної взаємодії вузлів ОКМ та уніфікованості (однаковості) відповідних засобів, розміщених на цих вузлах.

Розв'язання задачі

Вибір технології БАС [4, 5], по-перше, обумовлений тим, що ОКМ та БАС мають багато спільних рис, зокрема: 1) децентралізованість (всі вузли ОКМ є однаковими у своїх правах та можливостях щодо впливу на роботу ОКМ; в системі відсутній центральний сервер (центр управління), який би міг керувати діями вузлів); 2) невизначеність (кожний окремих вузол знаходиться в умовах нестачі інформації про всю ОКМ; окремому вузлу важко (або взагалі неможливо) передбачити “поведінку” інших вузлів ОКМ); 3) локальна інформаційна взаємодія (кожен вузол, як правило, безпосередньо пов'язаний лише з обмеженою кількістю інших вузлів ОКМ у межах структури прямих з'єднань, яка, до того ж, може динамічно змінюватись); 4) обмеженість ресурсів (з одного боку, “власні” обчислювальні, інформаційні та мережні ресурси кожного вузла обмежені; з іншого боку, спільні (“сумарні”) ресурси всіх вузлів ОКМ також обмежені); 5) “самозацікавленість” користувачів мережі (кожний з користувачів, якому відповідає один вузол ОКМ, як правило, зацікавлений в тому, щоб мережа “працювала” саме на нього). По-друге, вибір технології БАС обумовлений наявністю у складі цих технологій розвинутих методів навчання обчислювальних машин (machine learning) [4, 6, 7], зокрема методів колективного навчання з підкріпленням (multi-agent reinforcement learning). Саме за допомогою цих методів можна частково або повністю вирішити проблему нестачі інформації в одних вузлах ОКМ про “поведінку” інших вузлів.

При цьому доцільно розділити проблеми організації функціонування ОКМ на дві основні групи: проблеми інфраструктурного рівня та проблеми прикладного рівня. З цього погляду, наприклад, більшість зазначених вище проблем технічної реалізації можна віднести до інфраструктурного рівня, тоді як проблеми колективної поведінки користувачів можна віднести до прикладного рівня. Необхідно підкреслити, що у світлі застосування технології БАС чим більше у межах деякої проблеми можна абстрагуватись від поведінки конкретних користувачів ОКМ (зокрема від мотивів цієї поведінки), тим ближчою є ця проблема до інфраструктурного рівня і, навпаки, чим більшу роль у межах деякої проблеми відіграє поведінка користувачів ОКМ, тим ближчою є ця проблема до прикладного рівня. Отже, окрім усіх інших, можна розглядати важливе питання про співвідношення та взаємодію інфраструктурного та прикладного рівнів функціонування ОКМ.

Інфраструктурний рівень. В основу підходів до побудови ОКМ на цьому рівні можна покласти ідею делегування певної частини повноважень з організації роботи ОКМ автономним програмним агентам. Тобто передбачено, що колектив агентів самостійно в реальному масштабі часу знаходитиме розв'язання відповідних оптимізаційних задач, розв'язання яких будь-яким іншим способом є або невиправдано складним, або взагалі неможливим. Серед таких задач можна виділити дві основні групи: 1) збирання та попереднє оброблення інформації про поточний стан ОКМ; 2) управління ОКМ на основі інтегральних показників якості роботи мережі та зібраної інформації про її поточний стан.

Розв'язання задач першої групи полягає у знаходженні колективом програмних вимірювальних агентів деякого найкращого за низкою обраних критеріїв способу збирання інформації про поточний стан ОКМ. Під станом ОКМ у цьому випадку розуміють поточну структуру прямих з'єднань між вузлами ОКМ та поточну пропускну здатність цих з'єднань з врахуванням їхньої завантаженості потоками даних на момент збирання інформації. При цьому поняття стану ОКМ можна істотно розширити за рахунок інших видів інформації, необхідної для розв'язання специфічних оптимізаційних задач другої групи (наприклад, інформація про поточну кількість та “номенклатуру” інформаційних ресурсів, якими володіють вузли ОКМ, для пошуку оптимальних способів їхньої реплікації). З погляду попереднього оброблення можна розглядати багато різних варіантів результуючого представлення зібраної інформації. Наприклад, поточну структуру прямих з'єднань можна представити у вигляді А-рельєфу мережі [8], а поточну пропускну здатність прямих з'єднань – у вигляді “температурного поля”, визначеного на множині прямих з'єднань за таким принципом. Чим інтенсивнішою є інформаційна взаємодія двох вузлів, тим більша “температура” відповідного прямого з'єднання (або ланцюжка відповідних прямих з'єднань). У цьому випадку попереднє оброблення може полягати у визначенні інтегральних характеристик такого “температурного поля”, які, наприклад, відображають

динаміку його змін. Особливо треба підкреслити, що задачу збирання та попереднього оброблення інформації про поточний стан ОКМ, в загальних рисах еквівалентну задачам автономних розподілених досліджень [9], можна розв'язати відповідними методами. З погляду цих методів функцію середовища, інформацію про яку збирають вимірювальні агенти, визначено на потоковому графі зі змінною структурою, що значно ускладнює аналіз та розв'язання задачі. Подолати цю складність можна, зокрема, за рахунок переходу до деякого структурованого віртуального простору, на який би певним чином відображався поточний граф зі змінною структурою, за аналогією до однорангової системи іменування та пошуку інформаційних об'єктів CAN [10] та інших подібних систем [1].

Для розв'язання задач другої групи колективу програмних агентів потрібно шукати в області допустимих рішень на основі інформації про поточний стан ОКМ (як результат роботи колективу вимірювальних агентів) та деякого інтегрального показника якості роботи мережі (наприклад, у вигляді середнього часу очікування відповіді на відправлений запит). При цьому з погляду методів колективного навчання з підкріпленням стан ОКМ інтерпретують як стан середовища, в якому розміщені агенти, значення показника якості роботи мережі інтерпретується як значення функції виграшу, на основі якого розраховують значення цільової функції агента (наприклад, у вигляді середнього необмеженого у часі виграшу [6]), а операції з управління роботою ОКМ інтерпретуються як дії агента. Такими діями, наприклад, можуть бути: 1) запити на встановлення прямих з'єднань з іншими вузлами (запити на під'єднання) та рішення стосовно запитів на під'єднання, отриманих від інших вузлів (в задачах формування оптимальної структури прямих з'єднань ОКМ); 2) рішення стосовно того, передавати чи ні транзитний трафік (в задачах формування оптимальних потоків передавання даних); 3) рішення стосовно того, зберігати чи ні репліки інформаційних об'єктів (в задачах формування оптимальних способів реплікації) та багато інших. Необхідно зазначити, що розв'язання різних оптимізаційних задач доцільно "доручити" різним колективам програмних агентів. Внаслідок цього з'являється додаткова проблема координування та узгодження дій цих колективів.

Прикладний рівень. В основу підходів до побудови ОКМ на цьому рівні можна покласти ідею базового конфлікту між користувачами ОКМ [11]. Природу цього конфлікту можна пояснити так. Надання користувачами ОКМ своїх ресурсів іншим користувачам сьогодні у більшості випадків здійснюється на добровільній основі. При цьому сукупний ресурс усіх користувачів обмежений, тоді як кожний з користувачів, насамперед, зацікавлений у захопленні для себе більшої частки в цьому сукупному ресурсі. Тобто можна говорити про два основні мотиви поведінки окремого користувача ОКМ. Він зацікавлений у тому, щоб знаходити і користуватися потрібними йому ресурсами інших користувачів, але не зацікавлений у тому, щоб надавати свої ресурси іншим користувачам. При цьому існування ОКМ можливе лише за умови, що всі користувачі або їхня більшість усупереч другому мотиву надають свої ресурси в загальне користування. В такий спосіб у системі можна виділити індивідуальний і колективний інтереси, що з позицій окремого користувача протилежні один одному. Індивідуальний інтерес диктує захоплення якомога більшої частки сукупного ресурсу, тоді як колективний інтерес диктує обмеження (і можливе зменшення) цієї частки. Цей базовий конфлікт набуває різних форм у різних аспектах роботи ОКМ як з погляду технічної реалізації, так і з погляду колективної поведінки користувачів.

Проблема вирішення базового конфлікту породжує велику кількість різних за змістом задач колективної поведінки як користувачів ОКМ, так і програмних агентів-посередників, перед якими ставиться завдання діяти в інтересах своїх власників (користувачів ОКМ). Для розв'язання цих задач потрібне розроблення моделей колективної поведінки (МКП), які б відповідно висвітлювали зазначений вище базовий конфлікт інтересів. Як приклад можна навести МКП "гра у врівноваження" [12, 13]. У цій МКП розглядається конфлікт повністю протилежних інтересів двох однорідних колективів, один з яких намагається врівноважити деяку площину, а інший заважає йому в цьому. Якщо провести аналогію між станом рівноваги та вирішенням базового конфлікту (тобто компромісом інтересів користувачів ОКМ), то під агентами першого колективу можна розуміти користувачів ОКМ, які намагаються знаходити цей компроміс, тоді як під представниками другого колективу – користувачів ОКМ, які намагаються будь-якою ціною вирішити базовий конфлікт на свою користь. Іншим прикладом можуть бути ігрові МКП, запропоновані у межах

нового підходу до організації ігрових експериментів щодо дослідження колективної поведінки на основі ідеї “кібернетичного кромлеха” [14].

Детальніше розглянемо МКП на основі ітераційних ігор з ненульовою сумою, у межах яких обговорюються деякі можливості організації функціонування ОКМ на основі технології БАС. При цьому розглядають специфічний клас ігор з ненульовою сумою [15, 16], в яких кожен гравець може обирати одну з двох доступних стратегій: співпрацю (C) або суперництво (D). В даному випадку співпрацю інтерпретують як надання користувачем своїх ресурсів у загальне користування (тобто як дії, які продиктовані колективним інтересом), а протидію – як відмову від надання своїх ресурсів іншим користувачам (тобто як дії, продиктовані індивідуальним інтересом). Узагальнена матриця виграшів для ігор цього класу (рис. 1) визначає співвідношення виграшів для чотирьох можливих ситуацій: (C,C)→R, (C,D)→S, (D,C)→T, (D,D)→P.

		A ₂	
		C	D
A ₁	C	R ₁ , R ₂	S ₁ , T ₂
	D	T ₁ , S ₂	P ₁ , P ₂

Рис. 1. Матриця виграшів для двох гравців (A₁ і A₂), кожний з яких може обрати одну з двох стратегій: співпрацю (C) або суперництво (D).

З усіх можливих 24-х варіантів співвідношення виграшів {T, R, P, S} найцікавішими з погляду змістовної інтерпретації можливих випадків співпраці та суперництва є три гри [5, 15, 16], для яких:

- 1) (D,C)>(C,C)>(D,D)>(C,D), тобто T > R > P > S;
- 2) (C,C)>(D,C)>(D,D)>(C,D), тобто R > T > P > S;
- 3) (D,C)>(C,C)>(C,D)>(D,D), тобто T > R > S > P.

З них найвідомішою і дослідженою грою внаслідок своїх особливостей є перша гра, яку називають дилемою ув'язненого (prisoner's dilemma) [16]. Ця гра висвітлює ситуацію, коли співпраця двох гравців гарантує їм найбільший середній (тобто спільний або колективний) виграш, тоді як протидія за умов співпраці іншої сторони гарантує найбільший індивідуальний виграш (при цьому співпрацююча сторона програє найбільше). У другій грі (stag hunt) [5] співпраця двох гравців приносить їм одночасно найбільший середній і найбільший індивідуальний виграші. В третій грі (game of chicken) [5] протидія обох гравців приносить їм обом найбільший можливий програш. При цьому питання про те, яка з цих трьох ігор найбільше підходить для відображення того чи іншого аспекту базового конфлікту в цій роботі не розглядається.

Тобто можна запропонувати ідею програмного агента-посередника, якому користувачем – власником цього агента – передаються повноваження з вирішення деякого аспекта базового конфлікту, тобто пошуку компромісу з погляду співпраці та суперництва з іншими агентами-посередниками у межах однієї з трьох наведених ігор з ненульовою сумою. Якщо, наприклад, предметом співпраці та суперництва є співвідношення власного та транзитного трафіка Q_p/Q_c, який проходить через вузол, то агенту-посереднику можна доручити приймати рішення про те, передавати (співпраця) чи ні (протидія) транзитний трафік залежно від поточних значень Q_p і Q_c та результатів минулих ітерацій (партій) відповідної гри (з урахуванням того, що користувач зацікавлений у максимізації співвідношення Q_p/Q_c). Як функції виграшу доцільно розглядати нормовані значення деякого показника якості роботи мережі з погляду відповідного користувача (наприклад, у вигляді середнього часу очікування відповіді на запити цього користувача). При цьому передбачається, що в процесі взаємодії агентів-посередників у межах відповідної гри знаходитимуть деяке “справедливе” рішення цієї гри, що в даному випадку можна трактувати як вирішення базового конфлікту. Окремо треба зазначити, що агент-посередник оточений двома невизначеностями: з одного боку, для нього невизначена поведінка користувача, інтереси якого він представляє (тобто йому, наприклад, невідома наперед залежність Q_p(t)), з іншого боку, для нього невизначена поведінка іншого агента-посередника, з яким він вирішує базовий конфлікт (тобто

йому невідомо, яку стратегію (співпрацю чи суперництво) обере цей агент у наступній партії гри). Відтак постає запитання: яка стратегія поведінки агента-посередника є найкращою? Пошук відповіді на це запитання стане предметом наступних робіт з цього напрямку, які ґрунтуватимуться на відповідних ідеях теорії ігор [5, 15], методах вивчення та використання слабкостей суперника [13, 15] та методах навчання в іграх [7].

З погляду побудови МКП на основі зазначених ігор можна йти двома шляхами. Перший шлях полягає у організації гри на графі, кожному вузлу якого відповідає гравець (агент-посередник), а сам граф відображає структуру прямих з'єднань ОКМ. При цьому кожний окремий агент-посередник з кожним із своїх "сусідів" грає у незалежну гру двох гравців з ненульовою сумою. Другий шлях полягає у змістовному узагальненні відповідної гри на кількість гравців більшу за двох. Нехай n – кількість гравців, m – деяка фіксована "гранична" кількість гравців (така, що $1 \leq m \leq n-1$, $m = \text{const}$), $k(C)$ – кількість гравців, які обрали співпрацю, $k(D)$ – кількість гравців, які обрали суперництво, $k(C) + k(D) = n$, $0 \leq k(C) \leq n$, $0 \leq k(D) \leq n$. При цьому якщо $k(C)=k$, то $k(D)=n-k$, $0 \leq k \leq n$. Тоді матриця виграшів для i -го гравця (рис. 2) визначатиме його виграш залежно від вибору стратегій усіма іншими гравцями.

Логіка застосування таких ігор для моделювання ОКМ може бути такою. Значення m можна зробити змінним та поставити в залежність від поточних значень основних характеристик ОКМ. Значення m , наприклад, може відображати загальну кількість ресурсів, доступних вузлам ОКМ, або ступінь зв'язності структури прямих з'єднань, або деяку інтегральну характеристику "температурного поля" ОКМ. Одночасно з цим внаслідок під'єднання та від'єднання вузлів ОКМ змінюватиметься кількість гравців n . При цьому кожна наступна зміна значень n і m призводитиме до зміни середнього виграшу кожного окремого гравця і тим викликатиме деякий "перехідний процес" (перегравання), після якого встановлюється новий стан рівноваги, еквівалентний компромісу інтересів (тобто вирішенню базового конфлікту) в нових умовах. Так реалізується ідея самостійного пошуку колективом агентів-посередників найкращого за цих умов інтегрального (спільного для всіх) співвідношення співпраці та суперництва.

		$\{A_j\}, j \neq i$	
		$k(C) \geq m$	$K(D) > (n-m)$
A_i	C	$R_i(k)$	$S_i(k)$
	D	$T_i(k)$	$P_i(k)$

Рис. 2. Матриця виграшів i -го гравця (A_i) для гри з ненульовою сумою n гравців, кожний з яких може обирати поміж двох стратегій: співпраця (C) та суперництво (D)

Окремо треба зауважити, що до складу ОКМ можна цілеспрямовано ввести вузли-ретранслятори, які в термінах розглянутих ігор завжди обиратимуть стратегію "співпраця", незважаючи на "поведінку" інших вузлів. У загальному випадку кількість таких вузлів може коливатись у часі. Крім цього, на тих вузлах ОКМ, на яких користувач з якихось причин тимчасово не генерує власний трафік (тобто $Q_p(t)=0$), відповідні агенти-посередники також можуть за замовчуванням обирати стратегію "співпраця". Внаслідок цього всього в загальній перспективі гри буде присутній гарантований "ресурс співпраці", за який змагатимуться "протидіючі" агенти-посередники. При цьому стратегії агентів-посередників повинні вміти відпрацьовувати неминучі зміни цього "ресурсу" в часі.

Висновки

Оглянуто сучасний стан проблем організації функціонування ОКМ. Зокрема визначено основні проблеми організації функціонування ОКМ з погляду технічної реалізації та колективної поведінки користувачів ОКМ. У роботі також обґрунтовано доцільність використання технології

багатоагентних систем для вирішення цих проблем та запропоновано низку відповідних підходів на інфраструктурному та прикладному рівнях організації функціонування ОКМ.

1. Dejan S. Milojicic, et al. *Peer-to-Peer Computing*, HP Laboratories Palo Alto, HPL-2002-57, 2002. – 51 p.
2. *Peer to Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies*, Andy Oram (editor), O'Reilly & Associates Inc., 2001. – 448 p. (<http://www.oreilly.com/catalog/peertopeer>)
3. Jianhua Ma, Makoto Shizuka, Jeneung Lee, Runhe Huang, *A P2P Groupware System with Decentralized Topology for Supporting Synchronous Collaborations*, *Second International Conference on Cyberworlds (CW'03)*, 2003.
4. *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*, by Gerhard Weiss (Editor), MIT Press, 2000.
5. Michael Wooldridge, *An Introduction to MultiAgent Systems*, John Wiley & Sons, 2002.
6. Richard S. Sutton, Andrew G. Barto, *Reinforcement Learning: An Introduction*, MIT Press, Cambridge, MA, 1998.
7. Jos'e M. Vidal, *Learning in Multiagent Systems: An Introduction from a Game-Theoretic Perspective*, University of South Carolina, Computer Science and Engineering, Columbia, SC 29208, 2003.
8. Бутрименко А.В. *Игры автоматов и их применение для управления сетью связи*: Автореф. ... канд. дисс. – М., 1967.
9. Бочкар'єв О.Ю. *Колективна поведінка мобільних інтелектуальних агентів в задачах автономних розподілених досліджень* // *Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка"*. – 2005. – № 546. – С. 12–17.
10. Ratnasamy S., Francis P., Handley M., Karp R., Shenker S. *A Scalable Content-Addressable Network* // *Proceedings of the SIGCOMM*. – 2001. – P. 161–172.
11. Бесєдинський Д.І., Бочкар'єв О.Ю. *Організація функціонування однорангових комп'ютерних мереж на основі технології багатоагентних систем* // *Матеріали 1-ї Міжнар. наук. конф. студентів, аспірантів та молодих науковців "Комп'ютерні науки та інженерія – 2006"* (CSE – 2006) – С. 47–50.
12. Бочкар'єв О.Ю. *Вирішення задачі механічного зрівноваження колективом мобільних агентів* // *Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка"*. – 2002. – № 463. – С. 14–18.
13. Бесєдинський Д.І. *Стратегії колективної поведінки у конфліктних ситуаціях: Магістерська кваліфікаційна робота*. – Львів, 2005.
14. Botchkaryov A., Kovala S. *CyberCromlech: A new framework for collective behaviour game experiments*, In *Proceedings of 20th European Conference on Modelling and Simulation (ECMS-2006)*, Bonn, Sankt Augustin, Germany, 28–31 May, 2006. – P. 540–545.
15. Льюс Р.Д., Райфа Х. *Игры и решения*. – М.: Изд-во иностр. лит., 1961.
16. Poundstone W. *Prisoner's Dilemma*, Oxford University Press, Oxford, 1992.

УДК 621.372

Є.Я. Ваврук

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра електронних обчислювальних машин

ВПЛИВ ОРГАНІЗАЦІЇ ДІАГНОСТИЧНИХ ЯДЕР НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМИ ОПРАЦЮВАННЯ СИГНАЛІВ

© Ваврук Є.Я., 2006

Проаналізовано структури діагностичних ядер та систем опрацювання сигналів. Визначено вплив діагностичного ядра на апаратні та часові затрати, достовірність і надійність роботи системи опрацювання сигналів.

Structures of diagnostic cores and systems of signal processing have been reviewed in this article. Influence of diagnostic's cores on hardware, time expenses and reliability of digital signal processing systems is determined.

Вступ

Вимоги до сучасних систем опрацювання сигналів (СОС), насамперед щодо забезпечення роботи в режимі реального часу (РРЧ) та роботи в складних умовах експлуатації і використання в складі високочастотних НВІС окреслили їхні нові особливості як об'єктів діагностування (ОД) та