

Порівняльний аналіз отриманих характеристик для варіантів реалізації тестової задачі різних масштабів за допомогою різних технологій розробки дозволить зробити ґрунтовні висновки та сформулювати основні рекомендації щодо граничних умов доцільності застосування цих технологій при різних варіантах “конфігурації” вхідного завдання.

Необхідно також відзначити, що деякий узагальнений опис процесу реалізації тестового завдання, який виділяє головним чином етапи реалізації, а не особливості застосованої при цьому технології, міг би претендувати на роль універсального опису будь-якої технології розробки і при цьому не містити відомостей про саму технологію. Іншими словами, таке завдання на розробку могло би стати основою для створення стандартної мови опису результатів застосування будь-якої технології розробки.

1. *Sommerville Ian. Software Enginnering. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. – 1992.*
 2. *Bennatan E.M. On Time, Within Budget. Software Project Management Practices and Techniques. John Wiley & Sons, Inc. – 1992.* 3. *Microsoft Corporation. Принципы проектирования и разработки программного обеспечения. Учебный курс MCSD / Пер. с англ. – М., 2000.* 4. *Автоматизация управления предприятием... из “коробки” // “Компьютерное обозрение”. – 2001. – № 7. – С. 16 – 23.*

УДК 681.3

О.Ю. Бочкарьов, В.А. Голембо

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра ЕОМ

СИСТЕМА РОЗПОДІЛЕНИХ КОНТАКТНИХ ВИМІРЮВАНЬ НА ОСНОВІ АВТОНОМНИХ МОБІЛЬНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ

© Бочкарьов О.Ю., Голембо В.А., 2001

Розглядається можливість побудови систем довготривалих розподілених вимірювань на основі автономних мобільних інтелектуальних агентів в рамках теорії колективної поведінки. Сформульовано ідею подібності природи об’єкта дослідження (синергетичні прояви навколишнього середовища) та архітектури інструменту дослідження (вимірювально-обчислювальна мережа на основі автономних мобільних інтелектуальних агентів, здатних до самоорганізації спільних узгоджених дій).

Approaches in developing long-term distributed measuring systems based on autonomous mobile intelligent agents are considered in framework of cooperative behavior theory. An idea of similarity of measuring object nature (environmental synergy processes) and measuring instrument architecture (measuring-processing network based on autonomous mobile intelligent agents which are capable to self-organization) are stated.

1. ВСТУП

У сучасних умовах глобального погіршення екологічної ситуації питання глибокого дослідження та ефективного контролю за станом довкілля є надзвичайно важливим. Вирішити ці питання за відсутності відповідних засобів вимірювання та обробки даних практично

неможливо. Саме тому актуальною є проблема створення систем просторово розподілених вимірювань на базі автономних мобільних інтелектуальних дослідницьких станцій (агентів), здатних до самоорганізації для вирішення поставлених перед ними дослідницьких задач. Створення таких систем як важливого елементу системи екологічного моніторингу України та прилеглих регіонів дозволить отримувати важливу вимірювальну інформацію про природні синергетичні процеси (зародження, проходження, згортання) і попередньо обробляти цю інформацію в реальному масштабі часу.

Проблема розподілених вимірювань та попередніх обчислень стає все більш важливою. Збирання і попередня обробка вимірювальної інформації є одним з ключових питань у побудові широкого класу складних систем. До останнього часу увага розробників систем розподілених вимірювань концентрувалася на підвищенні точності сенсорного обладнання і швидкості передачі отриманої вимірювальної інформації до центру збору та обробки. Однак нові вимоги до сучасних систем розподілених вимірювань змушують переносити акцент досліджень на пошук нових архітектур цих систем та вирішення питань, що стосуються цих нових архітектур.

Провідні закордонні науково-дослідні центри і фірми США, Японії та Західної Європи зосереджують свої зусилля на створенні нових архітектур систем розподілених вимірювань, на які планується покласти поряд з виконанням функцій вимірювання, контролю та керування, також і функції оцінки та прогнозування розвитку процесів навколишнього середовища, зокрема, екологічної ситуації (програма ATMOSDIS, фірми Implex Environmental Systems та Asea Brown Boveri (ABB)). Дослідження та розробка нових технологій в рамках нових архітектур систем розподілених вимірювань є одним з основних напрямків діяльності Агентства оборонних перспективних дослідницьких проєктів (DARPA, Defense Advanced Research Projects Agency, США). Цим питанням також почали активно займатися групи дослідників з Центру цільових досліджень Національного космічного агентства (NASA Ames Research Center, США), Массачусетського технологічного інституту (Massachusetts Institute of Technology, США), Вірджинського політехнічного інституту та Державного університету (Virginia Polytechnic Institute and State University, США), Австралійського національного університету (Australian National University) та ін.

2. ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ РОЗПОДІЛЕНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Розподілені контактні вимірювання здійснюються для отримання найбільш повної та достовірної інформації про об'єкт дослідження або контролю, який простягається по одній (чи більше) координаті [1, 2]. Об'єкт може бути природним або штучним, але його невід'ємною характеристикою має бути розподіленість у деякому просторі. При цьому в першу чергу йдеться про географічний простір або його штучні аналоги. В кожній точці об'єкта вимірювання може визначатись декілька параметрів. Визначення параметра здійснюється за допомогою відповідного давача (набору давачів), який у випадку контактних (in-situ) вимірювань фізично розміщується в обраній точці об'єкта вимірювання. В більшості випадків давач перетворює вхідну величину в електричну, після чого вона оцифровується за допомогою аналого-цифрового перетворювача (АЦП), проходить або не проходить попередню обробку і передається споживачу, можливо з використанням алгоритмів стиску та завадостійкого кодування (рис.1).

Ключовими елементами в цій схемі є об'єкт вимірювання, давач, канал передачі даних та споживач, які разом утворюють вимірювально-обчислювальний канал [1, 2]. За відсутності

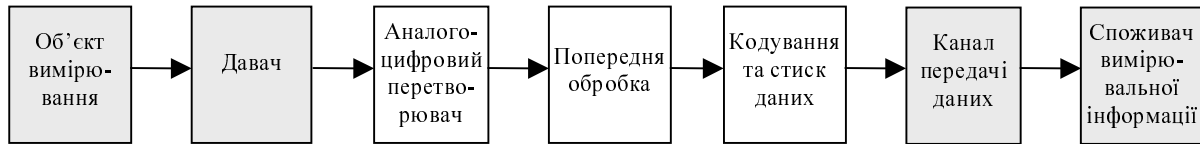


Рис. 1. Вимірювально-обчислювальний канал

хоча б одного з цих елементів немає сенсу говорити про розподілені вимірювання. При цьому АЦП, блоків попередньої обробки та кодування і стиску даних може не бути, а аналого-цифрове перетворення може відбуватися на боці споживача. Розподілені контактні вимірювання характеризуються тим, що для їх здійснення використовується деякий обмежений набір вимірювально-обчислювальних каналів, які знімають інформацію у відповідній кількості точок розподіленого об'єкта вимірювання. Одним випадком, який не обговорюється у даній роботі, є використання розподілених датчиків, які знімають інформацію не у точці, а на деякому відрізку (площині, об'ємі) об'єкта вимірювання [3].

Прикладом системи розподілених вимірювань можуть бути:

1. Система збирання гідрофізичної інформації у Світовому океані на основі автоматичних буйкових станцій (дрифтерів).
2. Система екологічного моніторингу країни або регіону на основі мобільних станцій екологічного моніторингу.
3. Система моніторингу глобальної обчислювальної мережі на основі мобільних програмних агентів.

У ці системи закладено такі архітектурні принципи:

1. Розподіленість вимірювань у просторі.
2. Довготривалість вимірювань.
3. Контактність вимірювань.
4. Точковість вимірювань.
5. Автономність вимірювальних засобів.
6. Мобільність вимірювальних засобів.
7. Інтелектуальність вимірювальних засобів.
8. Децентралізованість керування вимірюваннями.

Автономний мобільний інтелектуальний засіб вимірювання, розміщений в обраній точці вимірювального об'єкта, отримав назву "вимірювальний агент системи розподілених вимірювань". Можна запропонувати таку структуру вимірювального агента (рис. 2). У структурі агента виділено три рівні: ядро агента, внутрішній контур, зовнішній контур. Вимірювальні агенти об'єднуються у вимірювально-обчислювальній мережі, яка є фізичним втіленням системи розподілених вимірювань. Вимірювальна інформація з вимірювально-обчислювальної мережі надходить до центру збору та обробки даних.

3. МОДЕЛІ КЕРУВАННЯ

Може існувати три моделі керування розподіленими вимірюваннями (рис. 3):

- система без керування;
- система з централізованим керуванням;
- система з децентралізованим керуванням.

У моделі без керування не приймається ніяких рішень ні агентом, ні центром збору та обробки даних. Якщо агент є мобільним, він здійснює рівномірне пасивне або випадкове сканування [2]. Отримана інформація надходить до центру збору та обробки даних. Вимірювальний агент автономно переміщується у просторі згідно з наперед заданою програмою.

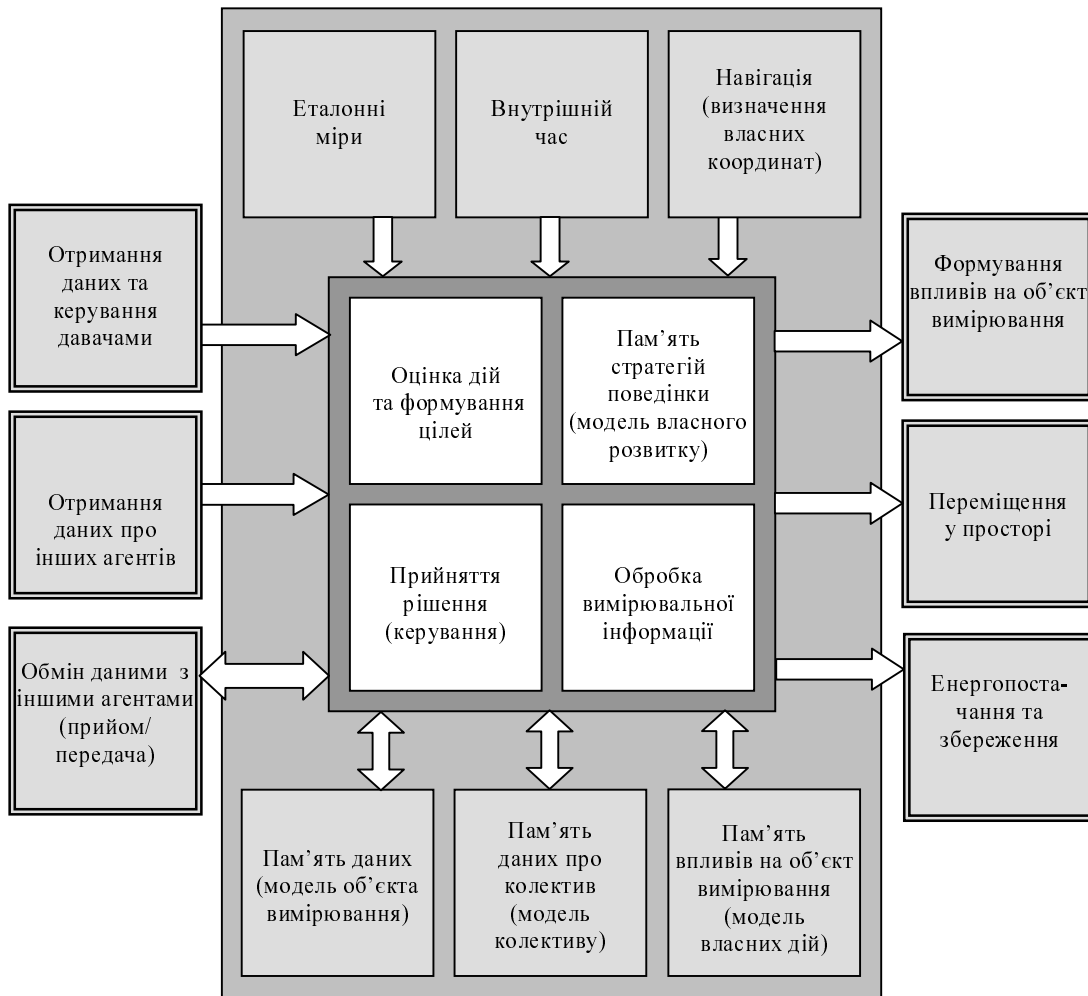


Рис. 2. Структура автономного мобільного інтелектуального агента системи розподілених вимірювань

У моделі з централізованим керуванням всі рішення приймаються центром збору та обробки даних. Вимірювальний агент не приймає ніяких рішень. Центр збору та обробки даних віддає накази вимірювальним агентам, згідно з якими вони переміщуються у просторі вимірювального об'єкта. Обмін інформацією між агентами відсутній. Від агента до центру збору та обробки даних надходить вимірювальна інформація, з центру збору та обробки даних до агента – сигнали керування.

У моделі з децентралізованим керуванням всі рішення приймаються вимірювальним агентом. Центр збору та обробки даних не приймає ніяких рішень. Від агента до центру збору та обробки даних надходить вимірювальна інформація. З центру збору та обробки даних до агента не надходить ніякої інформації. Можливий обмін вимірювальною інформацією між агентами.

У моделях без керування та з централізованим керуванням існує несамовиявлений колектив вимірювальних агентів (агенти не мають ніяких відомостей про існування інших агентів). Алгоритм роботи вимірювального агента в цих моделях є елементарним. Він зводиться до отримання інформації в точці середовища і передачі її у центр збирання та обробки даних. Переміщуючись у просторі, такий агент виконує незмінну програму сканування або слухається команд центру, частково втрачаючи свою автономність [4]. В моделі децентралізованого керування колектив може бути як несамовиявленим, так і самовияв-

леним. Алгоритм роботи вимірювального агента різко ускладнюється, оскільки рішення, куди переміститися в наступний момент часу, агент приймає сам, користуючись доступною йому вимірювальною інформацією. Основну увагу в роботі приділено моделі з децентралізованим керуванням. Отримані в рамках цієї моделі рішення порівнюються між собою, а також з узагальненими моделями системи без керування і системи з централізованим керуванням.

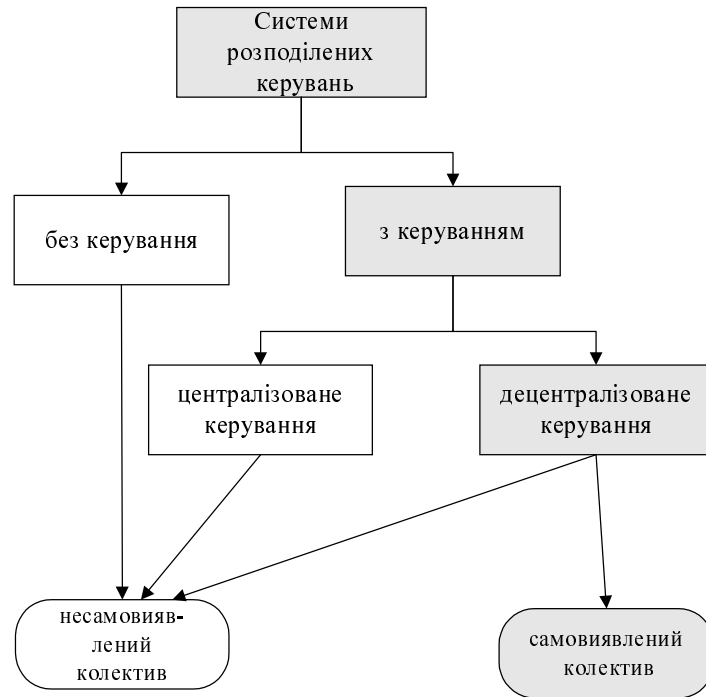


Рис. 3. Класифікація систем розподілених вимірювань щодо стратегії керування

4. ПРОБЛЕМА ОПЕРАТИВНОСТІ КЕРУВАННЯ

Проблема оперативності керування в системах розподілених вимірювань полягає в тому, що затримка сигналу між агентом і центром керування (L_g), як правило, набагато більша, ніж затримка сигналу між сусідніми агентами (L_a):

$$L_g \gg L_a.$$

У моделі з централізованим керуванням команда на переміщення надходить до агента з затримкою $2L_g$, а в моделі з децентралізованим керуванням віддається відразу. Однак в останньому випадку враховується затримка L_a (затримка надходження сигналу від найдальшого сусіднього агента), оскільки приймається, що даний агент враховує інформацію, отриману від сусідніх агентів, для прийняття рішення. Проблема оперативності керування стає тим гострішою, чим більша різниця між L_g і L_a . Іншими словами, чим далі від вимірювальних агентів знаходиться центр збору та обробки, тим більше централізоване керування програє децентралізованому в оперативності.

Проблема оперативності керування є прямим наслідком основної проблеми розподілених систем, яка полягає в тому, що в даній точці простору неможливо миттєво отримати значення деякого параметра з іншої точки простору. Для цього необхідний час, і протягом цього часу значення параметра може змінитись. Підхід до вирішення цієї проблеми полягає у розробці алгоритмів децентралізованого керування (самокерування) і їх використанні разом з алгоритмами централізованого керування. При цьому залежно від поточного співвідношення L_g і L_a обирається необхідний ступінь децентралізації (централізації) керування.

5. ПРОБЛЕМА РОЗМІЩЕННЯ У ПРОСТОРИ

Проблема розміщення у просторі полягає в тому, що різним способам розміщення N вимірювальних агентів відповідно у N точках простору розміром M відповідають різні за достовірністю (якістю) відображення об'єкта вимірювання. Проблема розміщення є прямим наслідком обмежень, які накладаються на кількість вимірювальних агентів

$$M \gg N,$$

де M – розмір простору (кількість точок простору в одновимірному (1 D) випадку); N – кількість вимірювальних агентів системи розподілених вимірювань.

Причини цих обмежень можуть бути різними, але в переважній кількості випадків розподілених вимірювань вони присутні в жорсткій формі. Наприклад, в системі розподілених океанологічних вимірювань ці обмеження зумовлені великою вартістю автономної дослідницької станції. Те ж саме можна сказати про систему екологічного моніторингу. В системі моніторингу обчислювальної мережі обмеження викликані вимогою використовувати якомога менші об'єми обчислювальних та мережевих ресурсів на потреби системи моніторингу, тобто мінімізувати вплив на об'єкт вимірювання. Можна навести інші причини, однак їх детальний аналіз виходить за рамки даної роботи. Достатнім в цій ситуації є розуміння того, що ці причини є об'єктивними, тобто такими, подолати які неможливо внаслідок просторової розподіленості вимірювань.

Наступним кроком є розуміння того, що проблема розміщення має ту ж саму природу, що і проблема обмеженої кількості рівней квантування неперервного сигналу в задачах аналого-цифрового перетворення. Так само, як і в задачі квантування сигналу, ми не маємо можливості збільшувати кількість вимірювальних агентів (рівней квантування) “до безмежності”, як, наприклад, в задачі дискретизації сигналу за часом. Водночас розміщення вимірювальних агентів в точках середовища (простору об'єкта вимірювання) є дискретизацією неперервної функції середовища по просторовій координаті, тобто операцією побудови просторово-часової решітки розподілених вимірювань [3]. Отже, проблема розміщення зводиться до задачі нерівномірної дискретизації з проблематикою задачі оптимального нерівномірного квантування. Нерівномірність в даному випадку обумовлена, поперше, можливим нерегулярним стартовим розміщенням вимірювальних агентів у просторі, а по-друге, бажанням мати більше вимірювальних агентів там, де є більше інформації про об'єкт вимірювання.

6. ПІДХІД ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ОПЕРАТИВНОСТІ ТА РОЗМІЩЕННЯ

Вихідною науково-технічною ідеєю при вирішенні цих проблем є схожість природи об'єкта дослідження (синергетичні прояви навколишнього середовища [5]) та розробленої архітектури інструменту дослідження (вимірювально-обчислювальна мережа на основі автономних мобільних інтелектуальних агентів, здатних до самоорганізації спільних узгоджених дій). Цим самим забезпечується отримання найбільш достовірної інформації про об'єкт вимірювання. Основне завдання досліджень полягає у розробці нових архітектур вимірювальних агентів на основі нових ідей та рішень теорії колективної поведінки [6, 7].

Метою досліджень є розробка теоретичних принципів самоорганізації вимірювальних агентів у складі системи розподілених вимірювань та принципів їх функціонування і практичної реалізації. Самоорганізація полягає у самозародженні та саморозвитку спеціалізованих вимірювально-обчислювальних структур навколо поставлених дослідницьких задач

під впливом синергетичних процесів, що розгортаються у навколишньому середовищі. Результатом самоорганізації є деякий наперед не відомий найкращий за низкою критеріїв спосіб отримання та попередньої обробки даних про об'єкт вимірювання в поточних умовах навколишнього середовища. При цьому колектив вимірювальних агентів змінює цей спосіб шляхом реорганізації спільних дослідницьких дій відповідно до змін зовнішніх умов, завдяки чому з'являються якісно нові можливості для дослідження процесів у навколишньому середовищі.

Проголошений принцип організації спільних дослідницьких дій вимірювальних агентів навколо синергетичних процесів, що проходять у об'єкті вимірювання, реалізується завдяки самопрограмуванню вимірювальних та обчислювальних засобів вимірювального агента у реальному масштабі часу. З точки зору практичної реалізації колектив вимірювально-обчислювальних агентів являє собою вимірювально-обчислювальну мережу на основі мобільних та стаціонарних автономних дослідницьких станцій наземного, наводного та космічного базування.

1. Орнатский П.П. *Теоретические основы информационно-измерительной техники.* – К., 1983. – 455 с. 2. Цапенко М.П. *Измерительные информационные системы: Структуры и алгоритмы, системотехническое проектирование.* – М., 1985. – 440 с. 3. Гайский В.А., Егунов Н.Д., Корнюшин Ю.П. *Применение функций Уолша в системах автоматизации научных исследований.* – К., 1993. – 212 с. 4. Алексеев В.А., Вахрушев В.И. *Структура цифровых автономных средств регистрации мониторинговой информации при чрезвычайных ситуациях // Приборы и системы управления.* – 1996. – С. 19 – 22. 5. Семевский Н.М., Семенов М.Ф. *Математическое моделирование экологических процессов.* – М., 1982. 6. Цетлин М.Л. *Исследования по теории автоматов и моделированию биологических систем.* – М., 1969. – 316 с. 7. Варшавский В.И. *Коллективное поведение автоматов.* – М., 1973. – 408 с.

УДК 681.624

М.І. Верхола, І.Б. Гук
Українська академія друкарства

МОДЕЛЬ РОЗКОЧУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ З ДВОМА РОЗТИРОЧНИМИ ЦИЛІНДРАМИ

© Верхола М.І., Гук І.Б., 2001

Розглянуто задачу побудови математичної моделі і графа колового і осьового розкочування фарби у фарбовій системі з двома розтирочними циліндрами.

In the given operation the problem of build-up of mathematical model both graph ring and axial considered of paint in colourful system with two spreading cylinders is considered.

Основне призначення фарбового апарата будь-якої друкарської машини полягає у формуванні заданого шару фарби на друкуючих елементах формного циліндра.

У розкочувально-накочувальній системі фарбового апарата відбувається розкочування порцій фарби, які надходять від системи живлення, нанесення фарби на форму з утворенням на її поверхні тонкого рівномірного шару, вирівнювання рельєфу фарбового шару, що утво-