

4. Перетворення теплової сигнатури на температурну.
5. Формування комплексного зображення.

1. Боженко В.І., Бродський М.О., Кондратов П.О., Шклярський В.І. Особливості дистанційного моніторингу за допомогою тепловізійної камери, обладнаної каналом видимого зображення // *Радіоелектроніка та телекомунікації*. – 2007. – № 595. – С. 28–32. 2. Hrytskiv Z., Kondratov P. The ways of multispectral devices construction for thermal object visualization // *Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services. Proceedings*. – Nis: Galeb, 1999. – Vol.1. P.184, 185. 3. Colbert F. Understanding Proprietary Infrared Image Files [Electronic resource] // *Accolade Group Internet Publishing*, 2009. – Mode of access: [www.irinfo.org/Articles/article\\_4\\_2006\\_colbert.html](http://www.irinfo.org/Articles/article_4_2006_colbert.html). – Last access: 2009. – Title from the screen. 4. Саликов В. Л. Эпоха ночной войны. Обзор международного рынка приборов ночного видения // *Специальная техника*. – 2000. – № 5. – С. 21–32. 5. Колобродов В., Шустер Н. Тепловізійні системи. – К.: НТУУ "КПІ", 2001. – 340 с. 6. Мазуров А., Николаев Е. Искажения при цветовом кодировании черно-белых изображений // *Техника средств связи. Сер. ТТ*. – 1984. – №1. – С.59–60.

УДК 681.3, 621.3

О.Ю. Бочкарьов, В.А. Голембо

Національний університет "Львівська політехніка",  
кафедра електронних обчислювальних машин

## СПОСОБИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕМІЩЕННЯ МОБІЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ АГЕНТІВ: ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ КОНЦЕПТУАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ

© Бочкарьов О.Ю., Голембо В.А., 2009

**Розглянуто проблему побудови концептуальних моделей, за допомогою яких можна отримувати універсальні з погляду специфіки способу організації переміщення вимірювального агента розв'язання важливих задач автономних досліджень.**

**The problem of desing of conceptual models allowing to find general solutions of important autonomous explorations' tasks with diverse explorer agent's mobility technics is considered.**

**Вступ.** Останнім часом посилюється інтерес до автономних інтелектуальних систем, здатних розв'язувати складні задачі самостійно без участі людини [1,2], зокрема до розподілених систем автономних досліджень [3–5]. Різке зростання доступної обчислювальної потужності та комунікаційних можливостей для побудови таких систем усунуло цілу низку проблем, які раніше здавалися непоборними. Однак водночас залишаються невирішеними або далекими від остаточного вирішення декілька ключових проблем організації роботи відповідних систем. Однією з таких проблем є проблема організації переміщення автономних дослідницьких станцій (вимірювальних агентів [3–5]) у складі розподіленої системи автономних досліджень. Відтак в роботі розглядається актуальне питання розв'язання цієї проблеми шляхом побудови концептуальних моделей на основі узагальненої схеми організації переміщення та операційної схеми переміщення мобільного вимірювального агента.

**Стан проблеми.** Здатність вимірювального агента переміщуватись у просторі відкриває широкі можливості щодо глибшого вивчення об'єкта дослідження за рахунок адаптивного управління послідовністю розміщень або траєкторією переміщення як окремого вимірювального агента, так і усього колективу вимірювальних агентів [5–9]. Однак переважно дослідники та

розробники відповідних методів адаптивного управління обирають деякий специфічний спосіб організації переміщення вимірювального агента, який залежить від області застосування системи автономних досліджень. При цьому, як правило, використовуються достатньо складні формальні моделі повністю або частково керованого переміщення вимірювального агента у просторі [6, 7, 9] та «похідні» від них моделі узгодженого колективного переміщення [10]. У результаті отримані методи адаптивного управління процесом автономних досліджень сильно залежать від специфіки обраних способів організації переміщення вимірювальних агентів. Це різко ускладнює або робить взагалі неможливим застосування розв'язків схожих за змістом задач в тих областях застосування, де для переміщення вимірювальних агентів використовуються різні способи. Наприклад, розв'язок, отриманий для колективу вимірювальних агентів, які переміщуються за допомогою роботизованих колісних платформ, не може бути безпосередньо застосований для розв'язку схожої за змістом задачі, яку розв'язує колектив автономних дослідницьких підводних апаратів. Крім того, прив'язка до окремого специфічного способу переміщення вимірювального агента різко звужує область пошуку ефективних методів адаптивного управління процесом автономних досліджень за рахунок заглиблення у специфічні деталі роботи мобільної робототехнічної платформи та намагання отримати рішення на «низькому» рівні відповідних сигналів управління та вхідної сенсорної інформації.

Отже, актуальним є завдання пошуку узагальнених підходів до опису та дослідження способів організації переміщення вимірювальних агентів. У межах цього завдання в попередніх роботах [11,12] нами були розглянуті сценарії автономних досліджень з врахуванням фактору мобільності та основні методи переміщення мобільних вимірювальних агентів. Нами також було запропоновано спосіб визначення та використання коефіцієнта корисного переміщення мобільного вимірювального агента [11], проведено класифікацію способів організації переміщення [11] та проаналізовано основні способи організації переміщення вимірювальних агентів [12]. Наступним кроком у цьому напрямку, на нашу думку, є побудова та дослідження відповідних концептуальних моделей. У цьому випадку ми розглядаємо концептуальну модель як функціонально-логічну структуру способу переміщення, яка поєднує відповідні об'єкти і сутності, а також визначає зв'язки між ними та не залежить від конкретної реалізації цих об'єктів і сутностей.

**Постановка задачі.** Розробити підходи до побудови концептуальних моделей, які б дали змогу отримувати розв'язки – універсальні з погляду різноманіття способів організації переміщення вимірювальних агентів (з подальшим пристосуванням цих рішень до специфіки потрібних областей та умов використання). Забезпечити відображення у концептуальних моделях основних аспектів організації переміщення вимірювальних агентів.

**Розв'язання задачі.** Ідея розв'язання поставленої задачі полягає в абстрагуванні від специфіки конкретних способів організації переміщення вимірювального агента в просторі та відповідних деталей колективної поведінки вимірювальних агентів [13, 14]. Згідно з цією ідеєю в роботі запропоновано дві узагальнені схеми: 1) схему організації переміщення вимірювального агента та 2) операційну схему переміщення вимірювального агента.

**Узагальнена схема організації переміщення вимірювального агента** (рис.1) відображає взаємодію трьох сутностей: М – користувача розподіленої системи автономних досліджень; А – вимірювального агента, що входить до складу розподіленої системи автономних досліджень; F – досліджуваного феномену, що розгортається у середовищі E. У цьому випадку ця взаємодія розглядається з погляду існуючих можливостей щодо переміщення вимірювального агента. На схемі також показані основні системи, що забезпечують роботу автономної дослідницької станції (вимірювального агента): сенсорна система, яка отримує на вхід команди управління  $\{u_s(t)\}$  та видає на виході зібрану про феномен F вимірювальну інформацію  $\{y(t)\}$ ; виконавча система, яка впливає на феномен F (генерує програмовані збурення) згідно з командами  $\{u_a(t)\}$  та повертає інформацію про свою роботу  $\{z(t)\}$ ; навігаційна система, яка згідно команд  $\{u_n(t)\}$  повертає зібрану

навігаційну інформацію  $\{x(t)\}$  (наприклад, поточні координати вимірювального агента в абсолютній системі координат).

Вимірювальний агент  $A$  у переважній більшості випадків поміщається у захисний контейнер (рис.1), який, своєю чергою, або безпосередньо розміщується у середовищі, або закріплюється на носії. Під носієм ми розуміємо: 1) об'єкт, здатний пересуватися в просторі та переміщувати разом з собою контейнер; або 2) природне явище (течія, вітер тощо), яке спричиняє переміщення контейнера в просторі. При цьому ми розрізняємо два типи носіїв (рис.1): 1)  $C_A$  – носій, спеціально призначений для переміщення контейнера (приклад: мобільний колісний робот, безпілотний літальний апарат, автономний підводний апарат, дрефтер і т.п.); 2)  $C_E$  – вже існуючий «незалежний» носій (як правило, природного походження), який використовується для переміщення контейнера (приклад: людина, тварина, течія, вітер і т.п.). Відповідно можна визначити чотири основні способи організації переміщення з погляду застосування носіїв обох типів (таблиця).

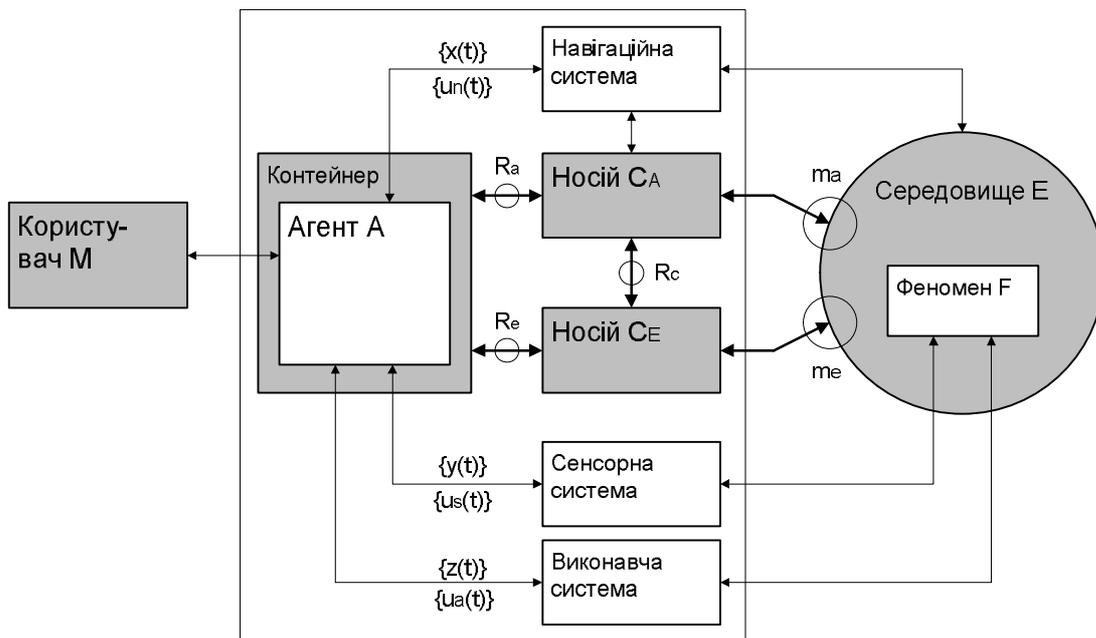


Рис. 1. Узагальнена схема організації переміщення мобільного агента

### Способи організації переміщення з погляду застосування носіїв обох типів

№	$C_A$	$C_E$	Сценарій
1	-	-	Контейнер розміщується у середовищі. Переміщення відсутнє. Приклад: нерухомий вузол безпроводної сенсорної мережі.
2	-	+	Контейнер закріплюється на носії $C_E$ . Приклад: вузол безпроводної сенсорної мережі закріплений на тварині.
3	+	-	Контейнер закріплюється на носії $C_A$ . Приклад: автономний дослідницький підводний апарат.
4	+	+	Контейнер закріплюється на носії $C_A$ , який взаємодіє з носієм $C_E$ . Приклад: дослідницький повітряний зонд з можливістю регулювання висоти польоту.

Важливим моментом є також спосіб взаємодії носія з контейнером (відповідно  $R_a$  та  $R_c$ ), який визначає потрібний з погляду конкретної задачі аспект взаємодії носія з контейнером. Це, наприклад, може бути тип з'єднання: фіксоване (контейнер закріплюється на носії «раз і назавжди») або динамічне (контейнер може бути приєднаний та від'єднаний від носія в процесі переміщення). Аналогічно спосіб взаємодії носіїв ( $R_c$ ) визначає потрібний щодо конкретної задачі аспект взаємодії носіїв  $C_A$  та  $C_E$ . Слід також зауважити, що в складніших варіантах можуть одночасно розглядатись декілька різних аспектів взаємодії носія з контейнером ( $R_a, R_c$ ) та взаємодії носіїв ( $R_c$ ). Спосіб взаємодії носія с середовищем (відповідно  $m_a$  та  $m_c$ ) визначає механізм, за рахунок якого забезпечується пересування носія в просторі. Класифікацію різних способів взаємодії носія із середовищем (методів забезпечення руху) розглянуто у [11]. Наприклад, за цією класифікацією спосіб взаємодії носія с середовищем може бути неперервним або дискретним.

Отже, на основі запропонованої узагальненої схеми організації переміщення вимірювального агента (рис.1) можна побудувати породжувальну концептуальну модель:

$$W_{\mu}(k) = \{(C_A, C_E)\} \times \{(R_a, R_c), (R_c)\} \times \{(m_a, m_c)\},$$

різні реалізації якої  $k=1,2,\dots$  задаються вибором конфігурації набору носіїв, способу взаємодії носіїв з контейнером, способу взаємодії між носіями та способу взаємодії носія з середовищем.

**Операційна схема переміщення мобільного вимірювального агента** (рис.2) відображає основні операції управління процесом переміщення та взаємозв'язок між ними (послідовність виконання та вплив однієї операції на іншу). Для кожної операції  $a_i$  визначається бінарна ознака  $s_1(a_i)$  її присутності ( $s_1(a_i)=1$ ) чи відсутності ( $s_1(a_i)=0$ ) у конкретній реалізації операційної схеми (окрім операції переміщення  $a_0$ , яка розглядається як «даність»). Так можна побудувати усі можливі варіанти операційної схеми переміщення мобільного вимірювального агента для певного набору операцій. Наприклад, операційна схема  $(a_1, a_2, a_3)$  відображає найпоширенішу «класичну» модель організації переміщення. Цікаво зазначити, що багато з отриманих в такий спосіб варіантів операційної схеми ніколи не розглядалися у відповідній літературі. Додатково за допомогою бінарної ознаки  $s_2(a_i)$  визначається можливість здійснення операції: якщо  $s_2(a_i)=0$ , то виконати операцію  $a_i$  можливо лише за певних умов (наприклад, при переході середовища в деякий «потрібний» стан); якщо  $s_2(a_i)=1$ , то виконання операції  $a_i$  можливо завжди. Крім цього за допомогою



Рис. 2. Операційна схема переміщення мобільного агента в просторі

могою бінарної ознаки  $s_3(a_i)$  визначається здатність вимірювального агента здійснювати операцію  $a_i$  за власною ініціативою ( $s_3(a_i)=1$ ) на протигагу ситуації, коли виконання цієї операції ініціюється «зовнішніми силами» ( $s_3(a_i)=0$ ). Наприклад, можливий варіант операційної схеми, коли вимірювальний агент здатний самостійно розпочати своє переміщення ( $s_3(a_1)=1$ ), але не здатний зупинити його за власною ініціативою ( $s_3(a_3)=0$ ).

Отже, на основі запропонованої операційної схеми переміщення вимірювального агента (рис.2) можна побудувати породжувальну концептуальну модель:

$$W_\varphi(k) = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7\} \times \{s_1, s_2, s_3\},$$

різні реалізації якої  $k=1,2,\dots$  задаються вибором конфігурації набору операцій управління процесом переміщення та відповідних бінарних ознак.

**Використання моделей.** Запропоновані концептуальні моделі можуть бути використані для отримання універсальних рішень різних задач автономних досліджень з потрібним рівнем деталізації специфічних аспектів організації переміщення вимірювальних агентів. Цього досягнуто за рахунок того, що в концептуальних моделях  $W_\mu(k)$  та  $W_\varphi(k)$  враховано більшість основних моментів, пов'язаних з проблемою організації переміщення вимірювального агента. Крім цього, запропоновані концептуальні моделі можна використати для порівняльної оцінки (якісної та кількісної) різних способів організації переміщення. Тобто моделі  $W_\mu(k)$  та  $W_\varphi(k)$  можна застосовувати як єдину «систему координат» в процесі оцінювання та вибору найефективнішого способу організації переміщення серед усіх можливих для деякої задачі автономних досліджень та заданих умов її розв'язання. Наступним кроком у цьому напрямку є використання концептуальних моделей  $W_\mu(k)$  та  $W_\varphi(k)$  для цілеспрямованого пошуку найкращого способу організації свого переміщення самими вимірювальними агентами в автономному режимі. Відтак постає задача розроблення адаптивних методів організації переміщення вимірювальних агентів.

**Висновки.** Розглянуто проблему побудови концептуальних моделей, за допомогою яких можна отримувати універсальні з погляду специфіки способу організації переміщення вимірювального агента розв'язки різних задач автономних досліджень. Ця проблема розв'язана шляхом побудови породжувальних концептуальних моделей  $W_\mu(k)$  та  $W_\varphi(k)$  на основі відповідно узагальненої схеми організації переміщення та операційної схеми переміщення мобільного вимірювального агента. В роботі також обговорено питання застосування запропонованих моделей.

1. *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*, by Gerhard Weiss (Editor), MIT Press, 2000. – 648p. 2. *Michael Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems*, John Wiley & Sons, 2002. – 348p. 3. Бочкар'єв О.Ю., Голембо В.А. Система розподілених контактних вимірювань на основі автономних мобільних інтелектуальних агентів // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" "Комп'ютерні системи та мережі". – 2001. – № 437. – С.14–20. 4. 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. 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. Jorge Cortes, Sonia Martinez, Timur Karatas, and Francesco Bullo, Coverage control for mobile sensing networks // IEEE Conference on Robotics and Automation, May 2002, Arlington, VA, pp. 1327–1332. 7. Paley D., Zhang F., Leonard N., Cooperative Control for Ocean Sampling: The Glider Coordinated Control System, IEEE Transactions On Control Systems Technology, April 30, 2006. 8. Бримкулов У.Н., Круг Г.К., Саванов В.Л. Планирование экспериментов при исследовании случайных полей и процессов. – М.: Наука, 1986. – 154с. 9. Dariusz Uciński, Optimal Measurement Methods for Distributed Parameter System Identification, CRC Press, Boca Raton, 2005. – 392p. 10. Richard M. Murray, Recent Research in Cooperative Control

*of Multi-Vehicle Systems, ASME Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, Aug 2006.*  
11. Голембо В.А., Бочкаръов О.Ю., Кусьнісь О.П. Проблема організації переміщення мобільного вимірювального агента у складі розподіленої системи автономних досліджень // *Вимірювальна техніка та метрологія.* – 2007. – № 67. – С.78–82. 12. Голембо В.А., Бочкаръов О.Ю., Кусьнісь О.П. Аналіз способів організації переміщення мобільних вимірювальних агентів // *Вимірювальна техніка та метрологія.* – 2008. – № 69. – С.39–42. 13. Craig W. Reynolds, *Steering Behaviors For Autonomous Characters, Sony Computer Entertainment America, presented on Game Developers Conference, February 10, 1999.* 14. Бочкаръов О.Ю., Голембо В.А., Ціж А.М. Колективна поведінка мобільних агентів в задачах рівномірного розподілу обмеженої території // *Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Комп’ютерні системи та мережі”.* – 2008. – № 630. – С.31–35.

УДК 658.562

Т.З. Бубела , П.Г. Столярчук

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра метрології, стандартизації та сертифікації

## ПІДТВЕРДЖЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ЯК ІНСТРУМЕНТ НАЛЕЖНОЇ ЯКОСТІ ЗАСОБІВ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

© Бубела Т.З., Столярчук П.Г., 2009

**Здійснено аналітичне дослідження проблем оцінювання відповідності засобів обчислювальної техніки та визначені шляхи їх вирішення. Запропоновано метод оцінювання рівня якості об’єктів з безпосередньою участю користувача, для реалізації якого розроблено алгоритм.**

**The analysis of problems is conducted and the ways of task solution are determined. The method of object quality level formation by the employment of a flexible algorithm, whose realization implies the direct participation of a user.**

**Вступ.** Практично у всіх сферах діяльності людини застосовуються засоби обчислювальної техніки. Сучасні технології та техніка, до яких, безперечно, належать комп’ютерні технології та засоби обчислювальної техніки, несуть у собі певну потенційну небезпеку. З метою забезпечення користувача в Україні вже дванадцять років тому запроваджено обов’язкову сертифікацію засобів обчислювальної техніки. Проте в цій галузі діяльності існує низка невирішених задач.

**Огляд літературних джерел.** Зокрема в умовах жорсткої конкуренції деякі виробники заради високих показників якості комп’ютерного засобу, наприклад, частоти процесора чи обсягу оперативної пам’яті, намагаються заощаджувати на всіх решта компонентах системи, що, відповідно, позначається на параметрах електробезпеки та електромагнітної сумісності усього виробу. Однією з найголовніших проблем є надзвичайно швидка модернізація та поява принципово нових видів, типів комплектувальних виробів для виробництва засобів обчислювальної техніки, що вимагає неперервного перегляду нормативних документів (зокрема технічних умов) з метою їх оновлення. Тому пропонується в цьому випадку активізувати напрацювання випереджувальної стандартизації, тобто формувати в нормативних документах такі числові значення вимог, яких ще не було досягнуто. З метою оптимізації цього процесу варто застосувати апарат математичного моделювання значень властивостей засобів обчислювальної техніки (ЗОТ) для знаходження прогнозованих рівнів окремих параметрів. Також вважаємо за доцільне запроваджувати у цій сфері діяльності так звані нормативні документи з відкритим значенням, тобто стандарти, які містять лише перелік основних показників ЗОТ, але без їх числових значень. Останні повинні встановлюватись під час укладання угоди між замовником та виробником. Тобто створюється