

УДК 621.372; 681.142

В.О. Брусенцев

Харківська державна академія культури

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ ДИНАМІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА РОЗПОДІЛЕНОЇ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ

Завдання інформаційного моніторингу об'єктів програмними агентами мультиагентної системи полягає в тому, що програмні агенти, які є елементами розподіленої мультиагентної системи, здійснюють обхід аналізованої області, щоб жоден об'єкт (у тому числі що рухається) не залишився непоміченим. Розглянуто основні процедури системи керування програмними агентами для рішення цього завдання. Наведено нейромережний алгоритм аналізу динамічного середовища. Побудовано алгоритм рішення завдання обробки інформації та ідентифікації об'єктів «свій-чужий» при інформаційному моніторингу динамічного середовища.

Ключові слова: *автоматизовані системи управління, мультиагентна система, обробка інформації, нейронна мережа, алгоритм, модель подання знань.*

Вступ

У більшості таких сучасних і складних пристроїв, як літак, корабель, автомобіль та ін. присут-

ня велика безліч датчиків і устаткування, які дозволяють обробляти великий обсяг інформації та надавати її у певному форматі.

Наприклад, у літаку присутній набір бортових приладів, які допомагають пілотові вести літак. Залежно від призначення вони діляться на пілотажно-навігаційні, прилади контролю роботи авіадвигунів і сигналізаційні пристрої. У групу пілотажно-навігаційних приладів входять показчики швидкості, висотоміри, варіометри, авіагоризонти, компаси, показчики положень літака та ін. До приладів, що контролюють роботу авіадвигунів, відносяться тахометри, манометри, термометри, паливоміри та ін.

Основний матеріал

Якщо простежити за розвитком будь-якої техніки, то можна помітити, що кожен пристрій у будь-якій галузі усе більше ускладнюється і зменшується за розмірами. Обсяг інформації, що вони дозволяють аналізувати, обробляти та подавати, також колосально збільшився. З огляду на такі тенденції розвитку, необхідно подальший розвиток засобів ефективної обробки інформації на подібних складних пристроях сьогодення та майбутнього.

Однією з найважливіших задач у складних пристроях є аналіз, обробка і подання інформації, але не менш важливою задачею є задача ідентифікації об'єктів «свій-чужий» із усього набору наявних об'єктів. Для рішення подібної задачі під час першої світової війни було винайдено звукоуловлювач, що застосовувався для виявлення літаків супротивника за шумом їх моторів, наведення прожекторів, забезпечення стрільянини зенітної артилерії та дій винищувальної авіації, але з ростом швидкості літаків ефективність використання подібного пристрою знизилася. Тому наприкінці 1930-х рр. на зміну звукоуловлювачу прийшла радіолокація.

Першим застосуванням радіолокації були пошук і далеке виявлення бомбардувальників супротивника. Перед Другою світовою війною Великобританія побудувала мережу радіолокаційних станцій далекого виявлення для захисту від раптових повітряних нальотів з боку Ла-Маншу. Сьогодні більш сучасні радіолокаційні мережі захищають від раптового нападу авіації або ракет. Кораблі і літаки також оснащуються радіолокаторами. Це зробило можливим наведення винищувачів на бомбардувальники за допомогою наземних радіолокаторів спостереження або з корабельних радіолокаторів перехоплення; можна також застосовувати бортові радіолокатори літаків для виявлення, спостереження та знищення техніки супротивника. Бортові радіолокатори використовуються для пошуку об'єктів над сушею або морем та для надання допомоги в навігації або при сліпому бомбометанні.

Ракети з радіолокаційним наведенням оснащуються для виконання бойових завдань спеціальними автономними пристроями. Для розпізнавання місцевості на самонавідній ракеті є бортовий радіолока-

тор, що сканує земну поверхню та відповідним чином корегує траєкторію польоту. Радіолокатор, розташований поблизу від протиракетної установки, може безупинно відслідковувати політ міжконтинентальної ракети.

На сучасних винищувачах і бомбардувальниках застосовується електронна система розпізнавання «свій-чужий». Також подібна система розпізнавання розміщується на бойовій і цивільній техніці військового призначення різних держав. Військові події протягом десяти останніх років показали малоефективність використання подібних систем у реальному бою, тому що безліч техніки постраждало через помилки розпізнавання подібної техніки, проданої раніше даній державі.

Успіхи трьох технологій – радіотехніки, комп'ютерної техніки і космонавтики дозволили створити сучасну систему навігації – супутникову, котра дозволяє в будь-якому місці Землі визначити місце розташування і швидкість об'єктів. Ця система NAVSTAR (англ. Navigation Satellite Time and Ranging, Global Positioning System (GPS) – вимір дальності та часу за навігаційним супутником, глобальна система позиціонування) розроблена, реалізована та експлуатується Міністерством оборони США.

Основою системи є навігаційні супутники, що рухаються навколо Землі по 6 кругових орбітальних траєкторіях (по 4 супутника в кожній), на висоті 20180 км. Супутники випромінюють радіосигнали в декількох діапазонах. Навігаційна інформація може бути прийнята антеною і оброблена за допомогою GPS-приймача. Інформація, передана за допомогою одного з діапазонів, поширюється вільно, безкоштовно, без обмежень на використання. 24 супутника забезпечують 100%-у працездатність системи в будь-якій точці земної кулі, але не завжди можуть забезпечити впевнений прийом радіосигналів і точний розрахунок позиції. Тому, для збільшення точності позиціонування та резерву на випадок збоїв, загальне число супутників на орбіті підтримується в більшій кількості (29 на 2006 рік). Максимальне можливе число одночасно працюючих супутників у системі NAVSTAR обмежено 31.

Існує ще система ГЛОНАСС (Глобальна Навігаційна Супутникова Система), офіційно прийнята в експлуатацію у 1993 році, але ще не вийшла на проектну потужність.

Створюється європейська система Galileo. Це буде перша система з метровою точністю, створювана винятково для цивільних потреб. Передбачається, що вона повинна стати до ладу, коли на орбіту вийдуть всі 30 запланованих супутників (3 з них – резервні). У систему крім навігаційних супутників входить наземний комплекс керування, що містить супутникові годинники (вони синхронізуються зі

спеціальними атомними годинниками, що перебувають на Землі), що відслідковує з високою точністю реальне місце розташування супутників, і GPS-приймачі.

Об'єкт, що перебуває на Землі, за допомогою GPS-приймача ловить радіосигнали із трьох-чотирьох супутників системи, синхронізує з ним свої годинники, вимірює час проходження радіосигналу із супутника та обчислює відстань до нього. Зіставляючи ці відстані для трьох або чотирьох видимих супутників за допомогою тригонометричних побудов, прилад обчислює свої географічні координати з точністю до декількох метрів.

Подібні технології з використанням GPS-приймача можна застосувати в задачі інформаційного моніторингу об'єктів «свій-чужий» програмними агентами. Вона полягає в тім, що елементи розподіленої мультиагентної системи здійснюють обхід деякої області так, щоб жоден об'єкт (у тому числі що рухається) не залишився непоміченим. Це задача в певному вмісті є аналогом задачі Парсонса на кінцевому графі, що полягає в блокуванні фішки «бандита» фішками-«поліцейськими» [3]. У цьому випадку розглядається аналіз розташування і переміщення об'єктів програмними агентами в певному середовищі з деякими перешкодами. Ціль дії розподіленої мультиагентної системи полягає у виявленні (фіксуванні) програмними агентами об'єктів структури середовища, а також можливих рухливих об'єктів у ній і всіх можливих перешкод.

Задано область, усередині якої розташовані перешкоди, нерухомі й рухливі об'єкти. По заданій області пересуваються об'єкти, місце розташування яких заздалегідь невідомо. Ці об'єкти мають фіксовані розміри. Програмні агенти, що входять до складу розподіленої мультиагентної системи, проводять аналіз і обробку інформації, що поступає, про всі об'єкти області. Кожен програмний агент одержує дані про відстань до об'єктів від далекомірної системи, що складається із двох далекомірів нескінченного радіуса видимості, дискретністю огляду Δd_1 та Δd_2 ($\Delta d_1 > \Delta d_2$), тому що при виявленні орієнтира або об'єкта, що рухається, потрібно зробити вимір з меншою дискретністю), кутом видимості 360° і частотою огляду v_1 та v_2 ($v_1 < v_2$). Елементи розподіленої мультиагентної системи використовують гібридну навігаційну систему, що складається з інтерпретуючої навігації та системи числення шляху. Аналіз переміщення елементів розподіленої мультиагентної системи відбувається паралельно.

Ціль дії розподіленої мультиагентної системи полягає у виявленні (фіксуванні) програмними агентами як геометричної структури середовища, так і можливих рухливих об'єктів у ній.

Аналіз розміщення елементів розподіленої мультиагентної системи відбувається під управлінням

центра керування. Загальна схема цього керування показана на рис. 1.

Можливі наступні дії центра керування (ЦК):

- команда програмному агенту (ПА) на виконання певної інформаційно-рухової дії;
- команда програмному агенту на виконання певної інформаційно-рухової процедури;
- перевірка на наявність непрямої зустрічі програмних агентів.

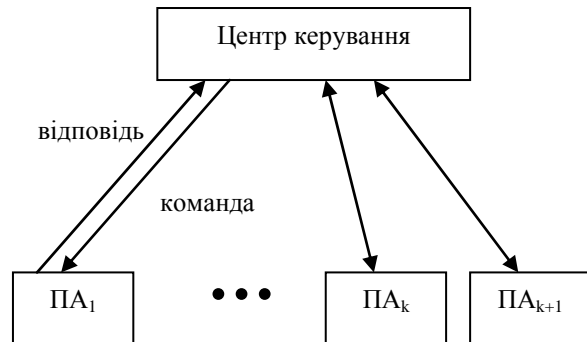


Рис. 1. Загальна схема центра керування

Під час виконання інформаційно-рухової дії та інформаційно-рухової процедури програмні агенти діють автономно.

Для більш детального аналізу необхідно також обробляти інформацію (рис. 2), що надходить від певних детекторів або датчиків. Існує таке поняття, як віртуальний датчик [3, 6, 7], що є узагальненням поняття логічного датчика [6, 7] та обчислювального модуля. У кожному віртуальному датчику, поряд із сенсорними, виконуються обчислювальні операції. Безпосередньо сенсорні операції віртуальний датчик може і не виконувати, а використати інформацію, отриману від інших віртуальних датчиків. Нижній рівень становлять фізичні датчики. Віртуальні датчики – драйвери, що забезпечують налаштування на конкретні типи фізичних датчиків (можливо з деякою попередньою обробкою інформації). Це дозволяє при програмуванні верхнього рівня системи керування не враховувати специфіки рівня фізичного датчика.

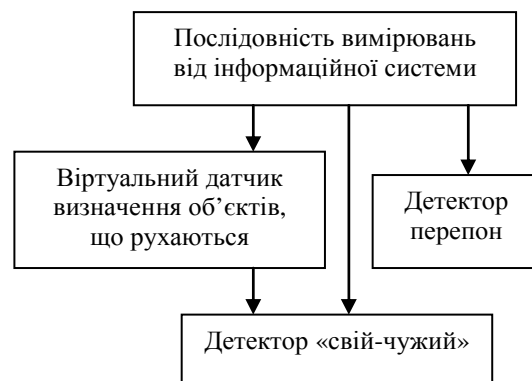


Рис. 2. Схема обробки інформації

Для рішення поставленої задачі програмні агенти, що входять до складу розподіленої мультиагентної системи, повинні «уміти» виявляти будь-які об'єкти, що рухаються, що попадають у їхню зону огляду (віртуальний датчик визначення об'єктів, що рухаються), а також необхідна реалізація на основі віртуального датчика об'єктів, що рухаються, детектора розпізнавання «свій-чужий». Таке розпізнавання було організовано на основі інформації, що надходить від GPS-навігатора на певній частоті із шифруванням і дешифруванням всієї інформації, що поступає. Для повнофункціональної роботи розподіленої мультиагентної системи пропонується використати нейронну мережу, тому що саме нейронний алгоритм дозволить паралельно відслідковувати всіх програмних агентів і інформацію, що поступає від датчиків.

Інформаційно-рухове поведіння розподіленої мультиагентної системи показано на рис. 3. Нижній рівень ієрархії інформаційно-рухового поведіння розподіленої мультиагентної системи становлять інформаційно-рухові операції. Виділено три типи інформаційно-рухових операцій: нейронний алгоритм переміщення програмних агентів, мета переміщення та подія закінчення переміщення.

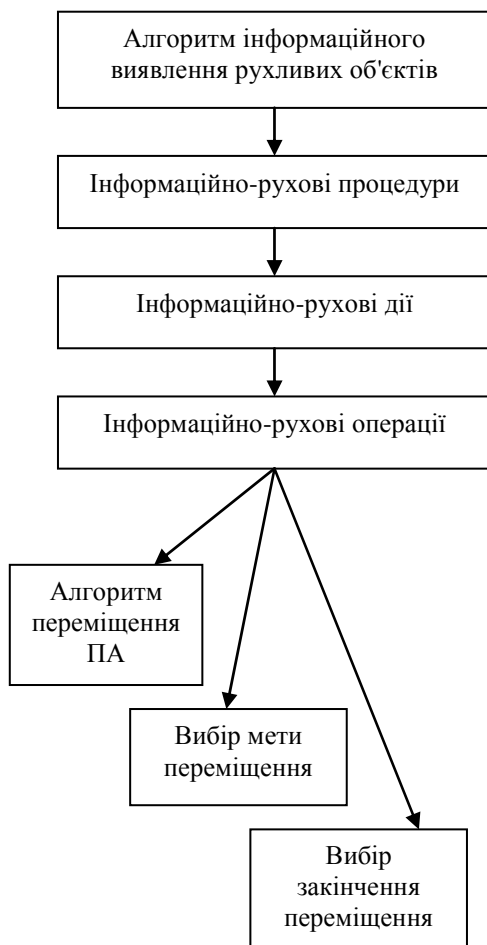


Рис. 3. Інформаційно-рухове поведіння розподіленої мультиагентної системи

Система керування нижнього рівня програмного агента повинна бути побудована таким чином, щоб забезпечити досить швидке переміщення програмного агента. У її основі лежить нейронмережний апарат, що використовує відомості, отримані від вимірювальної системи програмного агента.

Система керування включає:

- блок перетворення локальної карти місцевості,
- нейронну мережу для визначення можливих напрямків переміщення програмного агента
- блок виділення точного напрямку переміщення програмного агента [4, 5].

Як вхідна інформація блок перетворення використовує стислу карту місцевості, що складається з 61 елемента, яка відповідає або одному променю далекоміра, або декільком променям, що потрапили в заданий сектор огляду.

Для визначення можливих напрямів переміщення служить тришарова нейронна мережа із прямими зв'язками. На її вхід подається бінарний масив, отриманий блоком перетворення карти місцевості.

Вхідний шар нейронної мережі має 61 нейрон, які виконують розподільні властивості; схований шар з 10 нейронів із сигмоїдною функцією активації та вихідний шар, що складається з 29 нейронів, також із сигмоїдною функцією активації [4, 5]:

$$y(S) = \frac{1}{1 + e^{-S}}$$

Задача нейронної мережі полягає в тому, щоб «запам'ятати» ряд стандартних ситуацій і у процесі функціонування відносити невідомі ситуації до однієї зі стандартних. Для запам'ятовування була сформована навчальна вибірка, що складається з 29 ситуацій.

Генерація навчальної вибірки впливає з логіки роботи даної мережі.

Для навчання нейронної мережі застосовувався алгоритм зворотнього поширення помилки з нормою навчання 0,25 і коефіцієнтом інерції 0,4. Після 10365 ітерацій сумарна помилка склала 0,0083.

Висновки

Існують різні схеми алгоритмів рішення задачі інформаційного моніторингу, обумовлені апріорними умовами, що накладають на структуру програмного агента і системи керування. У загальному виді рішення задачі здійснюється за наступною схемою:

1. Проводиться аналіз, чи досягається припустима конфігурація розподіленої мультиагентної системи в певній області за кінцеве число кроків [3].
2. Якщо задано недосяжну конфігурацію, здійснюється інформаційний обхід середовища.
3. Якщо при цьому безупинно працюють інформаційні системи з достатнім радіусом дії і є ре-

зевр програмних агентів, то здійснюється рішення поставленої задачі.

Дослідження систем керування розподіленої мультиагентної системи показують, що одним з можливих способів керування розподіленою мультиагентною системою є паралельне центральне керування. У цьому випадку центр керування пов'язаний з кожним елементом групи безпосередньо. Результатом досліджень є схема алгоритму рішення задачі інформаційного моніторингу рухливих об'єктів програмними агентами.

0. Закріплення за кожною мінімальною областю аналізу по програмному агенту (ПА).

1. Відповідно до обраного типу керування вибирається поточний «лідер» - ПА_i.

2. Для «лідера» виконуються наступні дії:

2.1. Огляд «лідером» своєї видимої околиці, фіксація всіх об'єктів, що рухаються, і перешкод, виділення відкритої границі.

2.2. Одержання координат всіх об'єктів, що рухаються, і перешкод, отриманих у п. 2.1. в абсолютній системі координат.

2.3. Для всіх $j = 1 \dots N$, де N – сумарна кількість ПА, що перебувають в області аналізу, таких що $j \neq i$ виконуються наступні дії:

2.3.1. Прапор_виходу := true.

2.3.2. ПА_j робить огляд своєї видимої околиці.

2.3.3. Ініціалізується процедура непрямої зустрічі.

2.3.4. Для остаточних об'єктів, що рухаються, і перешкод виконуються наступні дії:

2.3.4.1. Прапор_виходу := false.

2.3.4.2. Ініціалізується процедура підходу до «лідера».

2.3.4.3. Ініціалізується процедура закінчення роботи ПА.

3. Якщо Прапор_виходу := true, то алгоритм закінчує роботу, інакше до п. 1.

Основою алгоритму рішення задачі інформаційного аналізу і обробки в умовах невизначеності служить використання трьох основних концепцій: концепції умов узгодження, концепції віртуальних датчиків і концепції інтерпретуючої навігації в динамічному середовищі.

Список літератури

1. Коноваленко О.Є., Брусенцев В. О. Адаптивні мультиагентні системи // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ УїН. – 2007. – Вип. 1. – С. 84-86.

2. Коноваленко О.Є., Брусенцев В. О. Математична модель адаптивної мультиагентної системи // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ УїН. – 2007. – Вип. 2. – С. 68-70.

3. Концепция виртуальных датчиков в задачах управления мобильными мехатронными системами / А.К. Платонов, А.А. Кирильченко, И.Г. Ладынин, В.В. Ястребов // Труды 3-ей Международной научно-технической конференции "Современные методы и средства океанологических исследований". – М.: ИО им. П.П. Шишова РАН. – 1997. – С. 137-143.

4. Головки В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение. Кн.4: Учеб. пособие для вузов / Общая ред. А.И. Галушкина. – М.: ИПРЖР, 2001. – 256 с.

5. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.: ил.

6. Rowland J.J, Nicholls H.R., A virtual sensor implementation for a assembly machine // Robotica. – 1995. – Vol. 13. – P. 195-199.

7. Salichs M.A., Moreno L. Navigation of mobile robots: open question // Robotica. Cambridge University Press. – 2000. – V. 18. – P. 227-234.

Надійшла до редколегії 22.08.2008

Рецензент: д-р фіз-мат. наук, проф., академік НАНУ О.О. Коноваленко, РІ НАНУ, Харків.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ДИНАМИЧЕСКОЙ СРЕДЫ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ

В.А. Брусенцев

Рассматривается методика информационного мониторинга объектов программными агентами динамической среды распределённой мультиагентной системы и приведен нейросетевой алгоритм анализа динамической среды.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, мультиагентная система, обработка информации, нейронная сеть, алгоритм, модель представления знаний.

INFORMATION MONITORING OF DYNAMIC ENVIRONMENT BY DISTRIBUTIVE MULTI-AGENT SYSTEM

V.A. Brusencev

Is considered the technique of information monitoring of objects by the program agents of dynamic environment of distributed multi-agent system and is given neuron-network algorithm of the analysis of dynamic environment.

Keywords: automated control systems, multiagent system, treatment of information, neuron network, algorithm, model of representation of knowledges.