

Організація управління групою мобільних технічних об'єктів

© Додонов О.Г.

© Горбачик О.С.

© Кузнєцова М.Г.

Інститут проблем реєстрації інформації Національної академії наук України,
Київ, Україна

dodonov@ipri.kiev.ua

ges@ipri.kiev.ua

margle@ipri.kiev.ua

Анотація

Розглянуто проблему управління групою мобільних технічних об'єктів, що функціонують у середовищі з короткочасними вражаючими впливами, які частково або повністю пошкоджують об'єкти. Визначено існуючі шляхи захисту групи мобільних технічних об'єктів і окремого об'єкту від можливих електромагнітних ушкоджень. Визначено особливості колективного управління і розглянуто існуючі стратегії групового управління. Запропоновано застосування в управлінні f - або s -стратегій, що підвищують відповідно відмовостійкість чи живучість групи, і тим самим підвищується ймовірність виконання групою загальносистемної цілі функціонування в умовах дії вражаючих впливів. Сформульовано додаткові задачі управління при застосуванні f - або s -стратегій. Наведено формальну постановку задачі просторового групового застосування мобільних технічних об'єктів з мінімальними перекриттям областей, де функціонують об'єкти. Підтверджено необхідність спеціального сценарного моделювання для вибору ефективних комбінованих стратегій управління групою мобільних об'єктів в умовах функціонування їх у середовищі з організованими вражаючими впливами. Показано, що зграйний принцип управління групою в умовах дії вражаючих впливів підвищує ефективність функціонування групи і ймовірність досягнення загальносистемної цілі, а також виконання задачі окремим об'єктом, та потребує додаткових витрат на взаємодію і «інтелектуальність» об'єктів.

Ключові слова: управління групою технічних об'єктів, середовище з короткочасними вражаючими впливами, стратегії і принципи колективного управління, загальносистемна цілі, живучість

1 Вступ

Проблема управління множиною мобільних технічних об'єктів, які мають спільно виконувати певне завдання, є актуальною у багатьох сферах сучасного життя. Так, ця проблема виникає у практиці дослідження великих об'єктів, територій, робототехніці тощо. У технічній сфері будь-яка система, яка складається з окремих вузлів (наприклад, група процесорів у багатопроцесорній обчислювальній системі) може розглядатись як об'єкт групового управління (управління колективом).

Зрозуміло, що управління колективом інтелектуальних технічних об'єктів з метою виконання ними певного завдання, з одного боку, потребує розробки методів і алгоритмів управління взаємодією окремих інтелектуальних засобів для досягнення загальної цілі «колективу», а з іншого боку – розробки методів і засобів реалізації цих взаємодій засобами колективу у реальному часі і з урахуванням змін, що відбуваються у середовищі їх функціонування.

На жаль немає достатньо узагальнених підходів і методик розв'язання задач управління колективом інтелектуальних технічних засобів з автономною системою пересування й навігації, які оснащені «органами» для реалізації конкретних завдань, функціонують в непередбачуваному недетермінованому середовищі, зокрема в умовах короткочасних вражаючих впливів.

2 Особливості колективного управління

У багатьох дослідженнях показано, що один, навіть інтелектуальний мобільний технічний засіб, не завжди може ефективно виконувати задачі колективу, зокрема, через невеликий, як правило, радіус дії, обмежений енергетичний ресурс, обмежену кількість операцій, які він здатний виконувати, і, нарешті, невисоку ймовірність досягнення цілі в екстремальних умовах, пов'язаних з можливістю виходу з ладу цього засобу. Тому більш ефективним є розв'язання завдань одночасно кількома такими інтелектуальними мобільними засобами, тобто групою. Застосування групи дозволяє збільшити радіус дії за рахунок розосередження мобільних засобів по всій необхідній площині, розширити набір функцій, які можуть бути виконані, забезпечити більш високу ймовірність виконання цілі - розв'язання завдання - за рахунок перерозподілу завдань між окремими членами групи у разі виходу з ладу деяких з них.

При груповому використанні мобільних інтелектуальних технічних засобів, які оснащені автономною системою пересування та навігації і здатні до виконання певних функцій, виникають складні задачі, пов'язані, у першу чергу, з проблемою управління такими засобами і організацією колективної їх взаємодії для ефективного досягнення загальносистемної цілі.

Практика вирішення задач управління множиною технічних об'єктів свідчить, що у разі управління рухом групи рух окремого об'єкта групи неважливий, необхідно визначити характеристики руху усієї сукупності об'єктів, що утворюють складну просторово-часову структуру. У разі ж управління рухом об'єкта у складі групи стають важливими характеристики руху окремого об'єкта і його поведінки і взаємодії із іншими об'єктами групи. Управління спрямоване на забезпечення виконання загальносистемної цілі множиною технічних об'єктів.

Базовими властивостями мобільних інтелектуальних технічних об'єктів на сьогодні є автономність дій, здатність до планування і прийняття рішень, здатність до впливу на середовище, інтелектуальність на основі представлення знань і цілеспрямованих проблемно-орієнтованих суджень, здатність до інформаційної взаємодії.

Група технічних об'єктів з колективним управлінням може бути представлена як система [1]:

$$\Omega = \{O, E, G\},$$

де O – множина (група) технічних об'єктів, що утворюють відповідну просторово-часову структуру при функціонуванні системи,

E – система каналів обміну інформацією,

G – загальносистемна ціль функціонування.

У найбільш загальному вигляді окремий технічний об'єкт групи може бути поданий:

$$O_i = \langle E_{ij}, G_i, A_i, C_i, B_i \rangle,$$

де E_{ij} – матриця, що описує зв'язки об'єкта з іншими об'єктами групи ($i = \overline{1, N}; j = \overline{1, N}$),

G_i – множина цілей об'єкта,

A_i – множина характеристик автономності, самоорганізації об'єкта,

C_i – множина стратегій поведінки,

B_i – база знань i -го об'єкта.

Загальносистемну ціль, у більшості прикладних задач, визначає певний об'єкт (структура) більш високого рівня. Окремий об'єкт групи може пересуватись у просторі, виконувати обмін інформацією з іншими об'єктами групи щодо формування цілі, змін в умовах функціонування і поведінці. Непередбачуваність середовища функціонування і наявність вражаючих впливів потребує наявності у окремих об'єктів з групи (в залежності від ступеню інтелектуальності) змоги самостійно формувати цілі на основі наявної бази знань окремого об'єкта і аналізу ним поточної інформації від інших об'єктів групи і з середовища. База знань окремого об'єкта містить дані, які має передавати об'єкт; інформацію, яку він отримує від засобів інформаційної підтримки і об'єктів вищого рівня; власне алгоритми дій, які повинен здійснити об'єкт при отриманні інформації того чи іншого виду.

Приналежність до групи вимагає здатності до узгодження своєї поведінки з поведінкою інших об'єктів групи завдяки обміну інформацією з іншими об'єктами групи, зокрема, щодо визначення повноважень, оповіщення про можливість дій, стан середовища, поточний стан інших об'єктів з групи, інформування про виконання чи неможливість виконання свого завдання тощо.

У разі колективного управління якість взаємодії та обміну інформацією характеризується орієнтованістю, селективністю, інтенсивністю, динамічністю, інформативністю та стійкістю взаємодії об'єктів групи [2]. Колективне управління групою мобільних інтелектуальних технічних об'єктів відбувається за припущень:

- кожний об'єкт групи самостійно формує своє управління (визначає свої дії) у поточній ситуації;
- формування управліннь (вибір дій) об'єктом групи виконується тільки на основі інформації щодо загальносистемної цілі, ситуації в середовищі у попередній та поточний момент часу, щодо попередніх та поточних станів та дій інших об'єктів групи;
- оптимальним управлінням вважається такий стан (дія) кожного об'єкта групи у поточний момент, яке вносить максимально можливий внесок у досягнення загальносистемної цілі;
- оптимальне управління реалізується об'єктами групи упродовж найближчого відрізка часу у майбутньому, а потім визначається нове управління;
- припустимо прийняття компромісних рішень, які задовольняють всі об'єкти групи.

Середовище групового функціонування мобільних об'єктів, що у більшості фактично являють собою системи радіоелектронних компонентів, найчастіше на практиці характеризується наявністю різних електромагнітних впливів, які генеруються природними чи штучними джерелами. Електромагнітні поля за часовою формою можуть бути імпульсні і регулярні. До імпульсних належать поодинокі електромагнітні

імпульси або їх послідовності, довільні за формою і різні за амплітудою. Такі електромагнітні імпульси виникають у випадкові моменти часу і у разі послідовності імпульсів інтервали часу між ними, як правило, набагато більші за тривалість самих імпульсів. Як правило енергія цих електромагнітних імпульсів зосереджується у відносно широкому спектрі. Кожен з них має свої особливості, специфіку механізмів впливу на радіоелектронні компоненти. Цілеспрямовані вражаючі впливи (наприклад, потужного НВЧ випромінювання) носять зазвичай короткочасний характер, можуть мати як природне, так і штучне походження, і можуть призвести до збоїв чи виходу з ладу радіоелектронних компонентів мобільних об'єктів, втрати керованості об'єктом або до повної його відмови. Методи запобігання таким руйнуванням, захисту від впливів, відновлення функціонування окремих об'єктів і групи в цілому після вражаючих впливів можуть бути різними. При проектуванні радіоелектронних компонентів застосовується екранування спеціальними матеріалами, обмеження рівня завод у ланцюгах та мережах, впроваджуються різні методи заземлення тощо. Задача відновлення функціонування групи мобільних об'єктів після електромагнітного впливу потребує передбачити відповідні процедури управління і вибору стратегій управління.

3 Стратегії групового управління

Для організації систем управління групами мобільних технічних об'єктів можуть використовуватись такі ж стратегії, які застосовуються для управління у різних соціальних і природних групах. Розрізняють три принципових підходи до вибудови стратегій управління групами [1,2].

Перший підхід передбачає централізоване формування стратегії – управління виконується деяким «центром» (стаціонарним чи мобільним), що отримує і опрацьовує всю необхідну інформацію, планує і управляє діями всіх об'єктів групи. Розрізняють централізовану єдиноначальну стратегію і стратегію ієрархічного управління. До переваг централізованих стратегій управління слід віднести простоту організації і алгоритмізації. Основні недоліки цих стратегій пов'язані з необхідністю опрацювання великих обсягів інформації: центр управління має розв'язувати складну задачу оптимізації дій всіх об'єктів групи для досягнення загальної цілі, і розмірність такої задачі зростає експоненціально із зростанням кількості об'єктів у групі. Час на прийняття рішення щодо управління теж суттєво зростає. Тому намагаються отримати розв'язання задачі групового управління ще до початку дій групи, а потім реалізувати ці дії кожним об'єктом - у такому випадку неможливо врахувати ті зміни у середовищі, які можуть статися під час виконання завдання. Стратегія ієрархічного управління передбачає введення декількох рівнів управління, зменшення кількості об'єктів управління на кожному рівні, зменшення складності задачі оптимізації на кожному рівні, підвищення оперативності управління. Однак і тут можливі додаткові втрати часу при передачі інформації і управляючих сигналів між об'єктами різних рівнів, а також заздалегідь має бути чітко визначена підпорядкованість у структурі управління в групі.

Важливим недоліком централізованих стратегій є низька живучість – адже вихід з ладу центра управління робить неможливим подальше виконання завдання [3].

Стратегії децентралізованого, або розподіленого управління, не передбачають у системі наявності будь-якого центру, а всі об'єкти групи самостійно приймають рішення щодо своїх дій, максимізуючи ефект досягнення загальної цілі.

Другий підхід – колективне формування стратегії процес – прийняття рішення й управління переноситься всередину групи і покладається на самі об'єкти. Між об'єктами управління відбувається активний обмін поточною інформацією та знаннями з баз даних об'єктів, а також результатами аналізу ситуації засобами й алгоритмами, що задіяні в окремих об'єктах. Це потребує організації високонадійного каналу зв'язку для забезпечення групової взаємодії. Складність реалізації цього підходу також пов'язана з об'єктивними конфліктними ситуаціями, що безумовно повинні виникати і виникають при колективному прийнятті рішень. Основою розв'язання об'єктивних конфліктних ситуацій при колективному управлінні може стати єдина платформа знань у всіх об'єктів групи, гарантуючи, що всі роблять однакові логічні висновки із схожих передумов.

Третій підхід – кожен об'єкт групи приймає рішення самостійно, обмінюючись інформацією з іншими з групи, спираючись на власний досвід (переваги) – самостійне формування стратегії. Цей підхід, який ще називають «зграйним», реалізується у разі, коли кожен об'єкт групи виконує власну задачу і тим вносить особистий вклад у рішення загально системної задачі групи. Задача окремого об'єкта є порівняно нескладною, оскільки він вирішує задачу оптимізації лише своїх дій у складі групи, не оптимізуючи дії всієї групи. Окремий об'єкт може навіть не мати зв'язку з іншими об'єктами групи, але на основі непрямої інформації про зміни стану середовища, що викликані діями інших об'єктів, може змінювати свої дії для досягнення загальної мети.

Живучість групи технічних об'єктів із зграйним управлінням досить висока, адже у зграї усі об'єкти рівнозначні і втрата будь-якого з них не призводить до виходу з ладу усієї зграї. Зграя швидко адаптується до будь-яких змін в її складі, а також до змін у середовищі. Використання зграйних принципів управління стало можливим завдяки розвитку засобів телекомунікацій [2].

Децентралізовані стратегії дозволяють зменшити час прийняття рішень – при використанні децентралізованої колективної стратегії час прийняття рішення зростає лінійно зі збільшенням кількості

об'єктів, при застосуванні зграйної стратегії час прийняття рішення не залежить від кількості об'єктів у групі, а визначається лише інерційністю самих об'єктів.

Завдяки застосуванню децентралізованих стратегій групового управління підвищується живучість групи, бо втрата чи пошкодження будь-якого з технічних об'єктів, які рівнозначні у групі, не призводить до втрати працездатності всієї групи. І підвищення живучості групи досягається без додаткових витрат, а лише за рахунок самої децентралізованої організації групового управління [3].

Нажаль стратегії децентралізованого групового управління складно алгоритмізувати і до того ж, вони не гарантують оптимальність рішення групової задачі. Та у разі підвищених вимог до живучості групи технічних об'єктів слід обирати децентралізовані стратегії управління групою.

Живучість групи об'єктів, що функціонує в умовах цілеспрямованих вражаючих впливів, оцінюється наявністю необхідної для виконання загальносистемної цілі кількості об'єктів, життєво важливих для групи, які визначаються за відповідними правилами експертами у кожному конкретному випадку. Та функціональність групи у будь-якому випадку залежить не тільки від функціональних можливостей окремого об'єкта групи, а й від стратегії управління групою. Розрізняють два види стратегій управління функціональністю групи [4]: *f*-стратегія - стратегія забезпечення відмовостійкості (*fault-tolerance*) та *s*-стратегія - стратегія забезпечення живучості (*survivability*).

При застосуванні *f*-стратегії вирішуються такі задачі:

- визначення множини станів групи технічних об'єктів $S^{(f)} = \{s_v^{(f)}\}$, у яких необхідно протидіяти загрозам, що призводять до неможливості виконання загальносистемної цілі;
- формування варіантів розподілу функцій між працездатними об'єктами групи у станах множини $S^{(f)}$.

Стратегія забезпечення відмовостійкості орієнтована на повну компенсацію передбачуваних функціональних відмов і збереження показників ефективності функціонування групи в цілому.

При застосуванні *s*-стратегії окрім зазначених вище задач для кожного стану множини $S^{(f)}$ необхідно ще вирішити задачу напрацювання рішень щодо функціональності групи – зміни цілі функціонування:

- звужувати чи ні множину функцій, які інтегруються у ціль функціонування;
- як саме звужувати функціональність;
- змінювати чи ні алгоритми реалізації функцій тощо.

Можливі наступні варіанти управлінських рішень щодо функціональності групи (зміни цілі функціонування) в умовах наявності вражаючих впливів:

1. Функціональність групи об'єктів не може бути змінена, мають виконуватися усі функції, можливо, з меншою ефективністю або з погіршенням якості, тобто у будь-якому стані з множини $S^{(f)}$ повинна виконуватися умова:

$$\prod_{k \in K} x(f_k) = 1, \quad x(f_k) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } f_k \text{ виконується} \\ 0, & \text{якщо } f_k \text{ не виконується} \end{cases}$$

2. Функціональність може змінюватись, але необхідно задовольнити вимогам щодо показників функціональної живучості. У довільному стані з множини $S^{(f)}$ має забезпечуватись виконання деякої підмножини функцій F^* , що початково інтегрувалися у ціль функціонування, тобто:

$$\prod_{f_k \in F^*} x(f_k) = 1.$$

3. Функціональність звужується, відбувається поступово процес деградації. У довільному стані з множини $S^{(f)}$ забезпечується виконання хоча б одної функції з множини F^* , тобто:

$$\sum_{k \in K} x(f_k) \geq 1.$$

При формуванні і розв'язанні задачі управління функціонуванням групи технічних об'єктів виникає питання керованості у реальному часі. Недостатньо виконання тільки умов існування управління, яке забезпечує перехід групи технічних об'єктів з одного стану з множини $S^{(f)}$ до іншого, ще необхідно, щоб таке управління було знайдено за достатньо малий проміжок часу, за який існуючий стан групи суттєвим

чином не зміниться, тобто має виконуватись умова $t_u \leq T_u$, де t_u – час, який витрачається на вибір управління, а T_u – максимально можливі витрати часу на вибір поточного управління [5]. Час t_u залежить від швидкості протікання процесів у середовищі, які змінюють як стан об'єктів групи, так і стан середовища.

Аналіз розвитку стратегій групового управління показує, що на практиці можливе використання змішаних (комбінованих) стратегій, особливо при настанні швидких змін у недермінованому середовищі – наприклад, перехід від ієрархічного управління до зграйного при втраті центрів управління або пошкодженні інформаційно-комунікаційних структур [1]. Вибір конкретної стратегії залежить від загальносистемної цілі і умов функціонування групи (стаціонарності середовища і темпів зміни ситуації), вимог щодо швидкості прийняття і якості отриманого рішення (його оптимальності), можливостей кожного з об'єктів групи, та колективне управління завжди є розподіленим за своєю суттю.

4 Задача використання групи технічних об'єктів

На практиці досить часто виникає задача групового застосування технічних об'єктів, яка полягає у тому, щоб опрацювати інформацію з території з мінімальним перекриттям областей, що опрацьовуються окремим технічним об'єктом групи і з мінімальними витратами на переміщення об'єктів.

Припустимо, що група являє собою множину мобільних технічних об'єктів, які виконують реєстрацію, передачу, збереження і обробку даних різних типів, а також взаємодіють один з одним через захищені канали зв'язку, утворюючи певну цілісність і єдність для досягнення загальносистемної цілі.

Припустимо, що у середовищі функціонує група O з N об'єктів O_i , яка може опрацювати деяку територію площею S . Окремий об'єкт $O_i \in O$ може опрацювати площу $s_i = \pi l^2$, де l – радіус області, яку опрацьовує O_i .

Для того, щоб площа покриття, яку опрацьовує група, була максимальною, необхідно, щоб величина $R = \sum_i^N \sum_{i=i+1}^N F(T_i, T_j)$ була мінімальною. $T_i \in S$ і є точкою, де об'єкт O_i знімає інформацію. Це є цільова точка об'єкта O_i ($i = \overline{1, N}$).

Функція $F = (T_i, T_j)$ визначає, як перетинаються зони опрацювання i -го та j -го об'єктів групи, якщо об'єкт O_i знімає інформацію з точки $T_i \in S$, а об'єкт O_j – з точки $T_j \in S$. Величина R визначає загальну площу перетину зон опрацювання інформації всіма об'єктами, тому, чим менше буде перетинів між зонами опрацювання, тим відповідно буде більшою загальна площа опрацювання інформації всіма об'єктами. Зрозуміло, що має виконуватись умова відсутності пропусків на площі покриття точок опрацювання інформації.

У [1] доведено, що функція перетину зон опрацювання i -го та j -го об'єктів групи:

$$F = (T_i, T_j) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } L_{i,j} \geq 2l, \\ \varphi(\Delta_{i,j}), & \text{якщо } L_{i,j} < 2l, \end{cases}$$

де $\Delta_{i,j} = 2l - L_{i,j}$, а $L_{i,j}$ – відстань між точками T_i та T_j . Також в [1] визначені необхідні умови, але, на жаль, не достатні, відсутності пропусків на площині покриття точок опрацювання інформації.

У [1,6] обґрунтовано, що рішення задачі покриття площини точок опрацювання інформації без пропусків групою у складі N технічних об'єктів залежить від «першої області», яку оберє будь-який технічний об'єкт, і показано, що доцільно у якості «першої області» обирати ту, що найближче до центру площини, яку мають опрацювати технічні об'єкти $O_i \in O$.

Задачу покриття площини точок опрацювання інформації групою у складі N технічних об'єктів, як показано в [1], можна звести до класичної задачі про призначення.

Задача управління групою у стаціонарних умовах зводиться до вибору і виконання у поточний момент часу об'єктами групи таких групових дій, які забезпечують певний екстремум (максимум, якщо оцінюється вигода від дій групи, або мінімум, якщо оцінюються витрати) цільового функціонала на проміжку часу t . Розв'язок дискретної задачі колективного управління групою мобільних технічних засобів на основі використання ітераційної процедури оптимізації колективних дій мобільних об'єктів, коли кожен з об'єктів сам обирає свої наступні дії, запропонований у [1].

5 Формування управління в умовах дії вражаючих впливів

В умовах наявності антагоністичного середовища, вражаючих впливів, цілеспрямованого винищення і втрати частини об'єктів групи рішення задачі досягнення загальносистемної цілі має передбачати певні інваріанти поведінки, тобто певні варіанти реалізації управління окремими об'єктами. Такий підхід вимагає урахування не тільки наявного стану середовища, а й певного прогнозування майбутнього, постає задача пошуку спочатку хоча б одного допустимого рішення, і лише потім – пошук оптимального управління. Так, для розглянутого прикладу попередній вибір точки «першої області» для конкретного об'єкту може стати нераціональним у зв'язку із втратою самого цього об'єкту. В таких умовах доцільно застосовувати комбіноване управління, наприклад, надавши початкове управління всім мобільним об'єктам, виходячи із суджень щодо оптимальності, але при фіксації певних порушень надати їм можливість змінювати плани, обирати управління або за принципом «клас ситуацій - дія», або після ітеративної процедури пошуку колективного управління, або за принципом «зграя».

Враховуючи жорсткі вимоги щодо часу виконання завдання або досягнення загальносистемної цілі, для вибору ефективних стратегій управління доцільно провести імітаційне моделювання, яке дозволило б визначити вимоги щодо баз знань для мобільних об'єктів, способів, засобів і якості зв'язку між ними, схем і режимів спілкування між об'єктами групи, визначити пріоритетність цілей і завдань, тощо.

Мобільний об'єкт в сенсі управління може бути як пасивним, так і активним [2]. Пасивність може бути визначена тим, що він, хоча й функціонує автономно, виконує попередньо визначену програму, можливо, виконуючи обмін інформацією з певним центром чи іншими управляючими структурами. Активність означає самостійність об'єкта як у ході обміну інформацією щодо вибору стратегії, так і в ході виконання своєї цілі з урахуванням стану середовища і дій інших мобільних об'єктів. Основними складовими баз знань таких інтелектуальних мобільних об'єктів мають стати моделі знань про самі об'єкти, їх взаємозв'язки з іншими об'єктами і середовищем, алгоритми аналізу, навчання і оцінки ситуацій. Множина стратегій поведінки мобільного об'єкта, порядок їх застосування, правила зміни стратегій під час реалізації несприятливих впливів можуть бути визначені в ході спеціального сценарного моделювання ситуацій протидії. Додаткові відомості щодо дії антагоністичного середовища та несприятливих впливів на мобільні об'єкти також можуть бути враховані в ході імітаційного моделювання і забезпечити пошук раціональних рішень щодо їх запобігання ще до етапу виконання завдання.

В умовах наявності організованих вражаючих впливів у середовищі функціонування групи технічних об'єктів задача групового управління стає складною і алгоритми її рішення належать до класу алгоритмів із слабким апріорним і слабким апостеріорним інформаційним забезпеченням.

6 Висновки

Утворення групи об'єктів з організацією групового управління (колективною поведінкою) дозволяє забезпечити спільне розв'язання сукупності задач, які неможливо вирішити у разі неколективної поведінки.

Аналізуючи існуючі системи, принципи і методи колективного управління групами мобільних технічних засобів, можна зробити висновок, що питання створення систем групового управління для функціонування у стаціонарних середовищах досить добре опрацьовані, є практично реалізовані конкретні системи. У той же час, складність задач управління групами, які функціонують у недетермінованих динамічних середовищах, суттєво зростає. Найбільш складними ці задачі стають в умовах організованої протидії, коли рішення мають прийматися дуже швидко, у реальному часі, і дії мобільних технічних засобів можуть бути не обов'язково оптимальними, але доцільними у даній ситуації.

Вибір децентралізованих стратегій управління групою підвищують ефективність функціонування і ймовірність досягнення загальносистемної цілі, а також виконання задачі окремим об'єктом. Застосування зграйних принципів управління є доцільним в умовах дії вражаючих впливів.

Публікація містить результати досліджень, які проводяться за грантової підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом Ф76/109-2017/1.

Література

1. Каляев И.А., Гайдук А.Р., Капустин С.Г. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов.-М.: ФИЗМАТДИТ, 2009.- 280 с.
2. Абросимов В.К. Групповое движение интеллектуальных летательных аппаратов в антагонистической среде. – М: «Наука», 2013.- 168 с.
3. Додонов А.Г., Кузнецова М.Г., Горбачик Е.С. Введение в теорию живучести вычислительных систем. – К.: Наук. думка, 1990. –184 с.
4. Тарасов А.А. Стратегии обеспечения гарантированности компьютерных систем / А.А. Тарасов //ВКСС. Connect!, 2003.–№3.– С.13-18.
5. Додонов О.Г. Живучість складних систем: аналіз та моделювання. Навчальний посібник у 2-х частинах / О.Г. Додонов, О.С. Горбачик, М.Г. Кузнецова. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 264с.

6. Капустян С.Г. Метод организации мультиагентного взаимодействия в распределенных системах управления группой роботов при решении задач покрытия площади // Искусственный интеллект, 2004.- №3.- С.715-727.

Management Organization of Mobile Technical Objects Group

© Aleksandr G. Dodonov

© Olena S. Gorbachyk

© Maryna G. Kuznietsova

Institute for Information Recording of the National Academy of Sciences of Ukraine

Kyiv, Ukraine

dodonov@ipri.kiev.ua

ges@ipri.kiev.ua

margle@ipri.kiev.ua

Abstract

In the paper the problem of management of a group of mobile technical objects functioning in an environment with short-term impressive influences, which partially or completely damages objects, is considered. The existing ways of protecting the group of mobile technical objects and a separate object from possible damages, such as electromagnetic influences damages, are determined. The features of collective management are defined and the existing strategies of group management are considered. The application of f- or s-strategies that increases fault-tolerance or survivability of a group is proposed. Thus, the probability of achievement of the system-wide goal of functioning under the conditions of action of the impressive influences increases. Additional control tasks are formulated in the application of f- or s-strategies. The formal statement of the problem of space application of group mobile technical objects with minimal overlapping of areas where objects are functioning is given. The necessity of a special scenario modeling of effective combined management strategies selection for a group of mobile objects in the conditions of their functioning in an environment with organized impressive influences is confirmed. It's shown, that the principle of flock management of the group under the influence of the impressive effects increases the effectiveness of the group's operation and the probability of achieving the system-wide goal, as well as the task fulfillment of the individual object, and requires additional costs for interaction and "intelligence" of the objects.

Keywords: management of a group of technical objects, environment with short-term impressive influences, strategies and principles of collective management, system-wide goal, survivability