

МОДЕЛЬ КОНФЛІКТУ ВЗАЄМОДІЇ ОБ'ЄКТІВ КІБЕРНЕТИЧНОГО ПРОСТОРУ

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

Проаналізовано метод формального опису конфлікту взаємодії об'єктів інформаційно-телекомунікаційних систем в кібернетичному просторі як підпросторі інформаційного простору. Синтезовано модель конфлікту взаємодії віртуальних об'єктів. Запропоновано метод інтегрального усікання варіантів, як підхід до вирішення задачі запобігання та розв'язання конфліктів взаємодії суб'єктів кібернетичного простору.

Вступ

Системне використання засобів та методів забезпечення безпеки інформації в інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) системах (надалі – ІТС) визначається функціональними вимогами до організаційних та інженерно-технічних заходів комплексної системи захисту інформації (надалі - КСЗІ), спрямованих на забезпечення захисту інформації від розголошення, витоку і несанкціонованого доступу.

КСЗІ застосовуються для реалізації заходів захисту інформації в ІТС, які функціонують в кібернетичному просторі як одному з підпросторів інформаційного простору. Таким чином КСЗІ є засобом забезпечення протидії спробам несанкціонованого проникнення, встановлення контролю та використання у власних цілях технічних та інформаційних ресурсів ІТС. В такому разі КСЗІ забезпечує вимоги політики безпеки ІТС згідно існуючої для неї моделі загроз та моделі порушника.

Актуальність

До складу ІТС, безпека функціонування якої забезпечується КСЗІ, входять об'єкти та суб'єкти захисту. В такому разі місце знаходження об'єктів та суб'єктів ІТС в кібернетичному просторі можна визначити шляхом введення деякої метрики в довільному (опуклому чи неопуклому) просторі, а стан та переміщення складових ІТС в цьому просторі можна описати в термінах деякої граматики, задавши відповідні правила та відносини між елементами вектору опису їх стану.

Мета

Таким чином, об'єкти ІТС та кібернетичного простору, в якому ця ІТС функціонує, можна характеризувати їх місцем знаходження та зміною місця положення, що є характерним для рухомих об'єктів (РО) такого простору. Тобто РО можна розглядати, як взаємодію ергатичних організмів, які мають різноманітність властивостей та можливостей. В такому разі з точки зору ціле досяжності у відповідності з законом необхідного розмаїття [1, 2] система взаємодії повинна бути доцільною.

Постановка задач

В організмичній теорії на основі організмичного принципу формулюються необхідні та достатні умови розмаїття [3], виходячи з яких визначаються області повністю та напівкеруємих станів об'єкту по відношенню до множини станів ІТС, а також області некеруємих та врівноважених станів. Такі області при їх формальному описі дозволяють доповнити систему обмежень об'єкта управління (ОУ). Що є важливим під час визначення моделей довгострокового та оперативного планування.

Теоретичний інтерес та практичну направленість мають спеціальні структури, які дозволяють моделювати процеси та взаємодію об'єктів кібернетичного простору, як дискретні, для яких потрібно знайти оптимальне управління.

Розв'язання задач

Маючи алгоритмічні засоби визначення областей станів РО в кібернетичному просторі, можна перейти до динамічних задач дискретної оптимізації незалежно від лінійності або не лінійності формальних співвідношень, які описують середовище функціонування ергатичних організмів в системі обмежень, яка є визначальною щодо їх поведінки.

В разі відсутності вимог самозбереження такі РО визначаються як елементарні ергамати і можуть бути використані для забезпечення задач активної протидії об'єктів і суб'єктів кібернетичного простору. За своєю сутністю такий ергамат є відповідним алгоритмом, який санкціоновано чи несанкціоновано функціонує в складі ІТС у вигляді програмного чи програмно-апаратного засобу, який має властивості, притаманні алгоритмам моделювання систем штучного інтелекту та штучного розуму.

В такому разі найбільш придатними для застосування при вирішенні динамічних задач дискретної оптимізації є два принципи, а саме побудови еквівалентних задач та побудови подвійних задач [5]. Найважливішим при цьому є перетворення методу рішення задачі в такий алгоритм, який дозволяє вирішувати великі задачі з незначними витратами ресурсів обчислювального середовища. Останнє є важливим при рішення задачі синтезу стратегій поведінки та керування РО в реальному масштабі часу, але при цьому слід враховувати важливість вибору критерію відбору стратегій поведінки РО (варіантів вибору рішення). Критерій вибору враховує формальні та неформальні обмеження щодо взаємодії РО в просторі рішень, а також правила синтезу керування в полієргатичній системі.

При створенні КСЗІ серед користувачів ІТС передбачається окремий суб'єкт ІТС, функціональність якого визначається як адміністратор безпеки ІТС. Для забезпечення гомеостатичності функціонування адміністратора безпеки (оператора КСЗІ) із збереженням його активності вищезазначений критерій повинен бути адаптивним, забезпечуючи відповідність рекомендованих рішень чи стратегій поведінки (діяльності) об'єкта ІТС за умов його цілісного ціледосягнення. Урахування таких вимог можливий в складному критерії, складеному з часткових, що дозволяє розглянути полікритеріану задачу в простішому вигляді.

В такому разі критерій може бути записаним у вигляді

$$\phi = \sum_{v=1}^k c_v \phi_v(R_i) \quad (1)$$

де $c_v \geq 0$ та $\sum_{v=1}^k c_v = 1$.

Значення критерію $\Phi_v(R_i)$ обираємо у вигляді

$$P_i: \phi_v(R_i) = \min_R | \bar{\Phi}_v(R_i) - \hat{\Phi}_v(R_i) |, \quad (2)$$

де $R_i \subset R$ - оцінюючі параметри з області припустимих значень, а P_j - процедура адаптації запропонованого рішення відповідно до критерія $\bar{\Phi}_v$, який генерується системою прийняття рішень в процесі адаптації рішення згідно опорного критерія, виділеного системою захисту інформації за профілем безпеки інформації в ІТС та адміністратором безпеки (оператором), а також відповідно до особливостей функціонування об'єктів і суб'єктів ІТС. Тобто об'єкти і суб'єкти ІТС визначають місце знаходження і траєкторію переміщення РО в кібернетичному просторі. Якщо вплив часткового v - го критерія є несуттєвою щодо синтезуємої стратегії, то в співвідношенні (1) значення коефіцієнта c_v вважається рівним нулю.

Множина R складається з підмножин R_i , які є векторами спостереження за станом

$$R = \bigcup_{i=1}^m R_i, \quad \text{де } R_i \cap R_j \neq \emptyset \quad \forall i, j \in m.$$

відповідного РО, тобто

Таким чином, часткові критерії можуть використовувати загальні параметр из множини спостережних змінних, які характеризують РО та його взаємодію з зовнішнім середовищем (кібернетичним простором) в класі прийнятих припущень

$$\theta = \bigcup_{i=1}^m \theta(R_i), \quad (3)$$

де R_i визначається вектором спостереження $R_i = \{r_1^i, r_2^i, \dots, r_j^i\}$ i -го РО з множини спостережуваних об'єктів.

При такому виборі критерію локальний пошук екстремумів у відповідності з методикою ЛП_τ- послідовностей не розглядаються [6], а область R може бути розривною та обмеженою, що допускається комбінаторними методами рішення оптимізаційних задач.

Формування критерію $\Phi(R)$ за розглянутою ознакою є одним з практичних способів забезпечення гомеостатичності, активності та стаціонарності функціонування суб'єктів ІТС в цілісній цілесюгаючій ергатичній системі керування РО.

Слід також зауважити, що вектор спостереження R_i для i -го РО може включати елементи вербального опису, що визначається відповідною граматику з використанням зарезервованих слів, які притаманні опису процесів, фактів та правил щодо опису місця РО та його функціональних властивостей в кібернетичному просторі. Тим самим контентні процеси функціонування ІТС мають вербальний опис, який перетворюється на формалізований опис після оброблення лексичним сканером та побудови формального дерева за результатами семантичного аналізу. Тим самим процес синтезу стратегій керування ІТС як РО в кібернетичному просторі стає багатофакторним, а алгоритми вибору рішень переходять керуються даними, що притаманно системам штучного інтелекту та штучного розуму.

Розглянемо формальну модель конфлікту взаємодії РО, наприклад, несанкціонованого проникнення до об'єктів та суб'єктів захисту ІТС при наявності КСЗІ на об'єкті інформаційної діяльності. При побудові моделі конфлікту будемо виходити з того, що в стані інформаційної взаємодії знаходяться $N + 1$. В такому разі наявні в кібернетичному просторі РО являють собою організовані певним чином абстрактні (віртуальні) системи, які при взаємодії між собою та кібернетичним простором в стані конфлікту змінюються та приймають форму, приймають вигляд збурених моделей ІТС в стані конфлікту. Такі моделі в сукупності складають модель конфліктної ситуації (протиборства в кібернетичному просторі). Така модель ситуації конфлікту повинна враховувати вимоги безпечного гомеостатичного функціонування ІТС при синтезі та реалізації стратегії керування РО з метою переміщення останнього з поточного в обране місце кібернетичного простору. Обрана стратегія (маршрут) переміщення РО має бути безконфліктним та оптимальним. Під час моделювання конфлікту необхідно враховувати існуючі правила взаємодії РО (діючі нормативні та законодавчі обмеження), модель системи обмежень підпростору кібернетичного простору, в якому має функціонувати РО (підпростір припустимих положень). Виділений підпростір припустимих станів учасників конфлікту є неопуклий, а РО є суттєво нелінійними об'єктами керування з недетермінованими динамічними характеристиками.

Нехай модель i -го учасника конфлікту, якого можна розглядати поза конфліктом має вигляд

$$M^i = \langle B^i, F^i, \Gamma_{np} \rangle, \quad (4)$$

де (B, Γ_{np}) - базис системи, над яким задано співвідношення $F^i = (f_x^i, f_c^i, d^i)$, яке описує властивості i -го РО; $B^i = (X^i, Y^i, A^i)$ - базис, який визначає потенційні можливості i -го РО; A^i - прогноз та динаміка переміщення i -го РО; співвідношення l^i вміщує по кожному РО згладжені значення координат i -го РО в кожен момент нагляду f_x^i ; згладжені значення вектору швидкості (першої похідної) f_r^i ; припустиме наближення d^i ; X^i, Y^i - потенційні можливості місцезнаходження РО, які визначаються як області керуємих та напівкеруємих станів у відповідності з припущенням A^i для співвідношення F^i в базисі B^i .

Уявляючи, що кібернетичний простір має модель

$$M^0 = \langle B^0, F^0, \Gamma_{np} \rangle, \quad (5)$$

Спільний базис конфліктної системи можна записати в вигляді (B, Γ_{np}) , для якого $B = \bigcup_{i=0}^N B^i$. В такому випадку співвідношення F визначається у вигляді

$$F = \bigcup_{i=0}^N F^i \forall f_x^i \in f_x, \forall f_c^i \in f_c, \forall Fd^i \in d \quad (6)$$

В даному випадку f_x - простір істинності предикату приналежності РО простору рішень; f_c - простір припустимих характеристик спостерігаємих РО; d - припустимі зближення в термінах кібернетичного простору спостерігаємих РО, які не порушують цілісності конфліктної системи.

З урахуванням (4) та (5) узагальнена модель некооперативної поведінки учасників конфлікту запишеться у вигляді

$$M = \bigcup_{i=1}^N M^i \quad (7)$$

Отримана модель конфлікту (7) є дискретною, багатошаговою, стохастичною з неповною інформацією. Сутість дискретності полягає в припущенні існування (або можливості існування) дискретного управління РО. Багатокроковість пов'язана з тим, що пошук остаточного рішення відповідно принципу оптимальності Φ виконується із застосуванням переборних процедур. Стохастичність визначається незалежністю поведінки спостерігаємих РО.

На підставі моделі (7) пошук рішення можна реалізувати переборний методом як процес побудови графа переходу РО з однієї точки кібернетичного простору рішень в іншу з оцінюванням можливості здійснення такого переходу. Для зменшення кількості переборів, а також здійснення пошуку тільки припустимих або оптимальних варіантів стратегій поведінки при управлінні РО накладаються обмеження на значення параметрів, що характеризують те чи інше синтезоване рішення.

Для РО суттєвими є діапазони експлуатаційних значень параметрів ІТС, які характеризують можливості збереження її керованого стану та характеристики (координати), за якими визначається місце знаходження РО в кібернетичному просторі.

В силу непередбачуваності форми границю Γ_{ozp} підпростору рішень Q можна описати неявною функцією

$$\Gamma_{ozp}(Q) = 0, \quad (8)$$

яка і загальному випадку є безперервною, кусковогладкою і неопуклою, що не дозволяє застосовувати традиційні способи опису підпростору обмежень G_{ozp} , обумовлюючи незастосування традиційних методів вирішення задач опуклого програмування. Однак підпростір G_{ozp} має задовільняти вимогам зв'язності та безперервності хочаб уздовж траєкторії переміщення РО.

Додаткові обмеження на підпростір G_{ozp} накладаються співвідношенням $A = \bigcup_{i=1}^N A^i$, яке враховує невизначеність і прогноз переміщення спостерігаємих РО відповідно до співвідношення (6). Тим самим відображення i -го співвідношення F^i з урахуванням A^i, A^0 і базису (B, Γ_{np}) на підмножину G_{ozp} породжує підпростори G_{opz}^i заборонені для позицій X^0, Y^0 РО і параметрів його переміщення, таким чином

$$G_{opz}^i = E(X^0, Y^0, f_c^0, f_c^i, X^i, Y^i, A^0) \quad (10)$$

Тоді інтегральна множина (простір) можливих поведінок набуде вигляду

$$G_{resh} = G_{opz} \bigcap_{i=0}^N G_{opz}^i \quad (11)$$

і дозволить визначити геометричне місце точок в кібернетичному просторі, в яких значення величини взаємного розміщення об'єктів не менше від значення порівнюючого співвідношення d^i для власного РО.

Виходячи з співвідношень, які є формальним описом властивостей i -го РО, сформуємо інформаційну множину, яку назвемо простором реалізації маневрів (ПРМ).

$$S = \bigcup_{N, \psi_{\text{дон}}} S^i (X^0, Y^0, f_c^0, f_c^i, X^i, Y^i, d^i, A^i, \Delta t), \quad (12)$$

Де S^i - множина припустимих показників перших похідних, які визначають переміщення РО (швидкості) при переміщенні за напрямком ψ_j , який належить множині припустимих напрямків переміщення РО $\psi_{\text{дон}}$, який забезпечує розходження в кібернетичному просторі власного РО із спостережуваним i -м РО за умов додержання величини взаємного розміщення об'єктів не менше від значення порівнюючого співвідношення d^i .

На підставі отриманого формального опису інформаційних множин (10), (11), (12) пошук стратегії управління для моделі (4), (5) і (7) виконується з використанням мінімально-переборної процедури згідно критерію Φ . Тобто для конфлікту $K = \langle M, A, S, \Gamma_{np}, G_{resh}, \mu \rangle$ синтез стратегій керування μ на підставі принципу оптимальності χ , який реалізовує вимоги критерію Φ , можна представити у вигляді

$$\begin{cases} K = \langle M, A, S, \Gamma_{np}, G_{resh}, \mu \rangle \\ \lambda K = \mu \end{cases} \quad (13)$$

Вибір оптимальної стратегії μ^* з урахуванням правила зупинки $\Gamma_{ост}$ формулюється в вигляді

$$\mu^* = \inf_{\chi \Gamma_{ост}} K \quad (14)$$

Висновки

Вирішення задачі конфлікту в кібернетичному просторі за методом інтегрального усікання варіантів [4] має слабку залежність часу перегляду варіантів стратегії управління від кількості спостережуваних РО та форми простору $G_{оп}$.

Список літератури

1. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. – М.: Изд-во иностр. Лит., 1959. – 432 с.
2. Эшби У.Р. Конструкция мозга. – М.: Мир, 1964 – 412 с.
3. Павлов В.В. Конфликты в технических системах. Управление, целостность. – Киев : Вища шк, 1982. – 184 с.
4. Семко В.В., Павлов В.В. Применение метода интегрального усечения вариантов при синтезе стратегий управления подвижным объектом. //Кибернетика и вычислительная техника. - 1989. - Вып. 84. - С.1-6.
5. Рихтер К. Динамические задачи дискретной оптимизацию – М. : Радио и связь, 1985. - 136 с.
6. Соболев И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. – М. : Наука, 1981. – 110 с.