

МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ЗАХИСТОМ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ

© Семко В. В., Бурячок В. Л., Толюпа С. В., Складанний П. М., 2015

З урахуванням принципів побудови дискреційних моделей управління доступом в інформаційно-телекомунікаційних системах запропоновано та досліджено модель конфлікту взаємодії об'єктів і суб'єктів кібернетичного простору. Модель конфлікту дає змогу подати систему захисту інформації у вигляді декартового добутку множин, складовими частинами яких є елементи системи захисту інформації. Отже, кібернетичний простір визначається як евклідовий метричний. Для опису зміни стану системи захисту запропоновано використовувати мовні конструкції, які після проведення лексичного та семантичного аналізу дають змогу синтезувати ланцюжки стратегій вирішення конфлікту в умовах невизначеності, відкритої множини об'єктів, суб'єктів та довільних обмежень підпростору кібернетичного простору.

Ключові слова: кібернетичний простір, конфлікт, дискреційна модель управління доступом, інформаційно-телекомунікаційна система, матриця доступу, об'єкт спостереження, об'єкт управління, модель, вирішення конфлікту, невизначеність, відкрита множина.

V. V. Semko, V. L. Buryachok, S. V. Toliupa, P. N. Skladaniy
State University of Telecommunications

THE MODEL OF INFORMATION PROTECTION MANAGEMENT IN TELECOMMUNICATION SYSTEMS

© Semko V. V., Buryachok V. L., Toliupa S. V., Skladaniy P. N., 2015

It is proposed and studied the model of conflict interaction of objects and subjects of cyberspace based on the principles of construction discretionary access control models in information and telecommunication systems. The model can provide information security system in the form of Euclidean product of sets, which components are elements of information security. Cyberspace is defined as the Euclidean metric. Based on the proposed model of management of information security an approach that can solve the problem of conflict interaction of objects and subjects of information and telecommunication systems with the objects of cyberspace that can be initiated by any entity or object such space. To describe changes in the state system of protection offered to use language constructs that after the lexical and semantic analysis, can synthesize chain strategy solution to the conflict in the face of uncertainty, an open set of objects, subjects and arbitrary restrictions subspace cyberspace. The results allow to identify the main conceptual approaches to creation of intellectual functioning security management information and telecommunication systems.

Key words: cyberspace, conflict, discretionary access control model, information and telecommunication systems, access matrix, facility monitoring, facility management, model, conflict resolution, uncertainty, open set.

Вступ

Забезпечення безпеки функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем (ІТС) пов'язане із забезпеченням захисту від несанкціонованого доступу (НСД) до об'єктів цих систем. Відповідно до вибраної політики безпеки та моделі доступу до об'єктів ІТС [1] необхідно визначити технічні та технологічні рішення і засоби щодо вирішення завдання унеможливлення реалізації спроб НСД [2]. Розв'язання такої задачі за сутністю є розв'язанням задачі конфлікту

взаємодії об'єктів та суб'єктів ІТС [3, 4] з об'єктами кібернетичного простору, які можуть бути ініційовані будь-яким суб'єктом або об'єктом такого простору.

В процесі досліджень синтезовано формальну модель конфлікту [5, 6], яка є універсальною для синтезу стратегій вирішення конфлікту в “малому” та у “великому”. Зазначимо, що існуючі методи розв'язання конфліктів [3, 4, 7] мають методичні проблеми, а саме такі як “прокляття розмірності”, “ефект доміно”, неможливість прийняття гіпотези про випадковий характер процесів за умов невизначеності, довільної системи обмежень та відкритої множини об'єктів спостереження (ОС) в кібернетичному просторі спостереження та пошуку (КПСП) тощо [8]. Для вирішення конфлікту взаємодії об'єктів у кібернетичному просторі запропоновано метод інтегрального усікання варіантів [7], який методологічно дозволяє знаходити розв'язок задачі конфлікту в КПСП за умов наявності гарантованого управління об'єктом управління (ОУ), цілісності та ціледосяжності його поведінки.

Основна частина

Відповідно до моделі конфлікту взаємодії об'єктів у КПСП, метод синтезу стратегій управління для вирішення конфлікту містить два основні етапи: синтез моделі опису КПСП, синтез формального опису простору, в якому гарантовано існує комбіноване управління (ПРКУ) ОУ. В такому разі задача вирішення конфлікту за методом інтегрального усікання варіантів розглядається як варіаційна, а екстремальний елемент за критерієм вибору стратегій рішення є припустимим, незважаючи на можливу стрибкоподібну зміну вектора стану формального середовища опису конфлікту.

Актуальним є синтез формальної моделі конфлікту в кібернетичному просторі та алгоритмів розрахунку і формального відображення інформаційної множини КПСП, ПРКУ та методу синтезу стратегій оптимального управління ОУ за певним критерієм під час розв'язання задачі конфлікту взаємодії з відкритою множиною ОС за умов невизначеності їх поведінки та довільної системи обмежень КПСП. Критерій оптимального управління враховує принципи гомеостатичності функціонування технічної ергатичної системи [7].

В такому разі підхід до розв'язання конфлікту за методом інтегрального усікання варіантів, пов'язаний з побудовою мінімізуючої послідовності траєкторій (стратегій, ланцюжків) у просторі рішень (ПР), відображає принцип оптимальності в синтезі та виборі стратегії вирішення конфлікту.

Метою дослідження є синтез моделі конфлікту взаємодії об'єктів у КПСП в умовах невизначеності поведінки відкритої множини ОС, неопуклості та небезперервності КПСП. При цьому враховуються особливості стану і поведінки суб'єктів та об'єктів конфлікту. Саме ці особливості є визначальними для синтезу та вибору стратегії управління під час вирішення конфлікту.

Для дослідження виберемо модель дискреційного доступу [Discretionary Access Control (DAC)].

Розв'язання задач

Для опису конфлікту в КПСП застосуємо модель [4]

$$M = \bigcup_{i=0}^N M^i, \quad (1)$$

де часткову модель M^i i -го ОС можна подати у вигляді

$$M^i = \langle B^i, F^i, \Gamma_{np}^i \rangle. \quad (2)$$

У співвідношенні (2), (3) базис для моделі (1) визначає потенційні можливості i -го ОС та ОУ

$$B^i = \langle X^i, Y^i, A^i \rangle, \quad (3)$$

де X^i – множини потенційно можливого знаходження i -го ОС, які визначаються як множини (області) керованих та напівкерованих станів відповідно до припущення невизначеності та прогнозу переміщення i -го ОС в КПСП; множина Y^i визначається характеристиками переміщення i -го ОС (ресурси управління щодо зміни динамічних та кінематичних характеристик) відповідно до припущення A^i , яке враховує прогноз, невизначеність, динаміку та небезпечність переміщення i -го ОС щодо ОУ для співвідношення F^i в базисі B^i згідно зі співвідношенням (3).

На основі моделі Харрісона–Руссо–Ульмана (HRU) визначимо

$$\begin{cases} O = O^O \mathbf{U} O^S \\ O^O = \mathbf{U}_{i=0}^{N_o} O_i^O, \\ O^S = \mathbf{U}_{j=0}^{N_s} O_j^S \end{cases}, \quad (4)$$

де O – множина усіх об’єктів O^O та суб’єктів O^S ІТС, що визначається значеннями N_o та N_s для об’єктів та суб’єктів відповідно.

Визначимо множину прав доступу суб’єктів до об’єктів ІТС

$$R = \{r_r, r_w, r_o\}, \quad (5)$$

де r_r – право читання; r_w – право запису; r_o – право володіння.

Для визначення прав доступу суб’єктів O^S до об’єктів O_i^O ІТС сформуємо матрицю доступу $W[O^S, O^O]$.

Отже, у процесі функціонування ІТС здійснюються зміни у матриці доступу, що є відображенням переходу системи з одного стану в інший. Усі зміни стану здійснюються множиною, яка складається з шести операторів

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}, \quad (6)$$

де a_1 – “внести” право $r_l \in R, l = \{1, 2, 3\}$ в $W[O^S, O^O]$ (додавання суб’єкту O_m^S права доступу r_l до об’єкта O_n^O – до елемента матриці $W[O^S, O^O]$ доступу додається елемент r_l); a_2 – “видалити” право $r_l \in R, l = \{1, 2, 3\}$ в $W[O^S, O^O]$ (видалення у суб’єкта O_m^S права доступу r_l до об’єкта O_n^O – з матриці $W[O^S, O^O]$ видаляється елемент r_l); a_3 – “створити” суб’єкт O_m^S (додавання в систему нового суб’єкта O_m^S – в матрицю доступів $W[O^S, O^O]$ додається новий стовпчик та рядок); a_4 – “створити” об’єкт O_n^O (додавання в систему нового об’єкта O_n^O – в матрицю доступів $W[O^S, O^O]$ додається новий стовпчик); a_5 – “знищити” суб’єкт O_m^S (видалення з системи суб’єкта O_m^S – з матриці доступів $W[O^S, O^O]$ видаляються відповідні стовпчик і рядок); a_6 – “знищити” об’єкт O_n^O (видалення з системи суб’єкта O_n^O – з матриці доступів $W[O^S, O^O]$ видаляється відповідний стовпчик).

В результаті виконання оператора a співвідношення (4–6) дають змогу формально описати перехід ІТС $Q \mathbf{a} aQ'$ із стану $Q = (O^S, O^O, W[O^S, O^O])$ до нового стану $Q' = (O^{S'}, O^{O'}, W[O^{S'}, O^{O'}])$.

Значення F^i у співвідношеннях (2) визначає властивості i -го ОС

$$F^i = (f_x^i, f_c^i, d^i), \quad (7)$$

де f_x^i – згладжені значення координат для i -го ОС у кожен момент спостереження в просторі Q ; f_c^i – згладжені значення першої похідної (вектора швидкості зміни координат); d^i – припустиме зближення з i -м ОС, що вміщує уявлення про невизначеність поведінки.

Співвідношення (1) – (7) визначають властивості моделі взаємодії ІТС з відкритою множиною ОС за умов невизначеності їх поведінки та обмежень КПСП.

В моделі (1) за умов невизначеності до границі $\Gamma_{sp}(Q)$ ПР ставиться вимога замкненості. Властивості простору є детермінованими за умови переміщення в ньому ОУ відповідно до співвідношення (6).

Підпростір Q КПСП формується з урахуванням усіх характеристик поведінки об'єктів у цьому просторі, а саме невизначеності їх координат у кожен момент спостереження, значення вектора швидкості зміни координат, допустимого зближення та замкненості ПР.

Границя $\Gamma_{sp}(Q)$ в загальному випадку є безперервною, кусково-гладкою неопуклою і замкненою, що не дозволяє використовувати традиційні підходи щодо опису простору обмежень $G_{обм}$ і не дає змоги використовувати традиційні методи розв'язання задач опуклого програмування в топологічному просторі. Зауважимо, що підпростір $G_{обм}$ має задовольняти вимоги зв'язності та безперервності хоча б впродовж траєкторії керованого переміщення ОУ в КПСП.

Для співвідношення (1) додаткові обмеження підпростіру $G_{обм}$ з границею $\Gamma_{sp}(Q)$ визначаються співвідношенням (6), яке враховує невизначеність та прогноз переміщення об'єктів у КПСП з урахуванням системи обмежень.

Тобто для ОУ маємо

$$F = \bigcup_{i=0}^N F^i, \forall f_x^i \subset f_x, \forall f_c^i \subset f_c, \forall d^i \subset d \quad (8)$$

Отже, співвідношення (8) узагальнює всі характеристики кіберорганізмів у просторі спостережень з врахуванням співвідношень (3) – (8).

Зауважимо, що КПСП є топологічним і, за необхідності, може бути декомпонований на класи еквівалентності [6].

Тоді

$$G_{обм}^i = E(X^0, Y^0, f_c^0, f_c^i, X^i, Y^i, A^0) \quad (9)$$

В такому випадку інтегральна множина ПР з урахуванням (9) матиме вигляд

$$G_{рши} = G_{обм} \bigcup_{i=0}^N G_{обм}^i \quad (10)$$

На підставі співвідношень, які є формальним описом стану i -го ОС, визначимо інформаційну множину ПРКУ співвідношенням

$$S = \bigcup_{N \mathcal{U}_{рши}} S^i(X^0, Y^0, f_c^0, f_c^i, X^i, Y^i, d^i, A^i, \Delta t), \quad (11)$$

де S^i – множина припустимих значень параметрів, які визначають характеристики переміщення та позицію i -го ОС в КПСП у разі його переміщення за напрямком Y_j , який належить множині припустимих напрямків переміщення ОУ за умови дотримання значення припустимої дистанції зближення d^i ; Δt – інтервал часу вимірювань та розрахунків; X^0 – множина потенційно можливого знаходження ОУ; множина Y^0 визначається характеристиками переміщення ОУ; X^i – множини потенційно можливого знаходження i -го ОС, які визначаються як множини (області) керованих та напівкерованих станів відповідно до припущення невизначеності та прогнозу переміщення i -го ОС; множина Y^i визначається характеристиками переміщення i -го ОС у просторі керованих та напівкерованих станів (ресурси управління щодо зміни динамічних та кінематичних характеристик) відповідно до припущення A^i , яке враховує прогноз, невизначеність, динаміку та небезпечність переміщення i -го ОС щодо ОУ для співвідношення F^i у базисі B^i ; f_c^i – згладжені значення першої похідної (вектора швидкості зміни координат); f_c^0 – згладжені значення першої похідної (вектора швидкості зміни координат); d^i – припустиме зближення ОУ з i -м ОС.

Співвідношення (9), (10), (11) дають змогу обчислити значення КПСП та ПРКУ.

З урахуванням співвідношень (4)–(6) можна зазначити, що перехід ІТС Q а aQ' зі стану $Q = (O^s, O^o, W[O^s, O^o])$ до нового стану $Q' = (O^{s'}, O^{o'}, W[O^{s'}, O^{o'}])$ є ланцюжком рішення з управління ОУ. Синтез ланцюжка рішень здійснюється за вербальним описом, який автоматично генерується за даними матриці доступу $W[O^s, O^o]$, множини прав доступу (5) та множини операторів зміни вмісту матриці доступу (6).

Отже, у разі зміни вмісту матриці доступу автоматично генерується інформаційне повідомлення на внутрішній мові ІТС щодо синтезу управління ОУ.

У загальному випадку інформаційне повідомлення має вигляд:

command $C(x_1, \dots, x_k)$

if $r_1 \in M[x_{s1}, x_{o1}]$ *and* ... *and* $r_m \in M[x_{sm1}, x_{om}]$ *then*

α_1 ;

...

α_n ;

end

В наведеному інформаційному повідомленні $r_1, \dots, r_m \in R$ – права доступу згідно зі співвідношенням (5), $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ – послідовність операторів за співвідношенням (6). Зазначимо, що ідентифікатори, які визначають ключові слова, є елементами мови ІТС. Після проведення лексичного та семантичного аналізу інформаційне повідомлення перетворюється на ланцюжок дій з переведення ІТС у новий стан, що означає переміщення ОУ в КПСП у разі виникнення конфлікту взаємодії з відкритою множиною ОС.

Тому система управління ОУ має бути топологічно та функціонально побудована як система інтелектуального управління [8].

Висновки

Застосування семіотичних систем виявилось плідним для вирішення завдань управління не тільки динамічними об'єктами, але і неklasичними, наприклад, кібернетичними.

Запропонована формальна модель конфлікту є універсальною для синтезу стратегій вирішення конфлікту в кібернетичному просторі у “малому” та у “великому”.

Розглянуто теоретико-множинну модель управління конфліктом взаємодії об'єкта управління в кібернетичному просторі з відкритою множиною об'єктів спостереження в умовах обмежень та невизначеності.

1. Теоретические основы компьютерной безопасности: учебное пособие для вузов / П. Н. Девянин, О. О. Михальский, Д. И. Правиков и др. – М.: Радио и связь, 2000. – 192 с. 2. Системний аналіз та прийняття рішень в інформаційній безпеці: підручник / [В. Л. Бурячок, С. В. Толюпа, А. О. Аносов, В. А. Козачок, Н. В. Лукова-Чуйко]. – К.: ДУТ, 2015. – 345 с. 3. Касьянов В. А. Субъективный анализ: монография / В. А. Касьянов. – К.: НАУ, 2007. – 512 с. 4. Павлов В. В. Конфликты в технических системах / В. В. Павлов. – К.: Вища школа, 1982. – 184 с. 5. Семко В. В. Модель конфлікту взаємодії об'єктів кібернетичного простору / В. В. Семко // Проблеми інформатизації та управління. – 2012. – Вип. 2(38). – С. 88–92. 6. Семко В. В. Формальний опис простору пошуку при синтезі рішень / В. В. Семко // Проблеми інформатизації та управління. – 2013. – Вип. 2(42). – С. 104–111. 7. Семко В. В. Використання методу інтегрального усікання варіантів при вирішенні задач конфлікту взаємодії об'єктів в просторі спостереження / В. В. Семко // Інформаційні та телекомунікаційні технології. – 2015. – Вип. № 1. – С. 59–66. 8. Семко В. В. Дослідження властивостей рішення задачі конфлікту за методом інтегрального усікання варіантів / В. В. Семко, О. В. Семко // Проблеми інформатизації та управління. – 2013. – Вип. 2(46). – С. 60–71.