

О. В. Семко

Київський університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

ЛОГІКО-СЕМАНТИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ МАРШРУТИЗАЦІЄЮ ПОТОКІВ ДАНИХ В СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ

Визначені проблеми синтезу і вибору рішень щодо управління маршрутизацією потоків даних в конфліктуючих сенсорних мережах варіативної топології за умов обмежень і невизначеностей. Розглянуто підхід до створення розподіленої системи інтелектуального управління маршрутизацією в самоорганізованих сенсорних мережах на основі використання багаторівневої теоретико-множинної і математичної моделей, що визначають сутність системи інтелектуального управління об'єктом. В якості базової моделі опису маршруту передачі даних в самоорганізованій сенсорній мережі запропоновано семіотичну модель, що ґрунтується на формальній моделі процесів інформаційної взаємодії елементів мережі. На відміну від формальних моделей використання семіотичної моделі дозволяє в процесі ситуаційного управління змінювати усі елементи формальної моделі і формувати моделі, які відображають поточний стан мережі. При створенні розподілених самоорганізованих систем управління маршрутизацією потоків даних в сенсорних мережах варіативної топології запропоновано застосування технологій, що використовують методи логіко-лінгвістичного (семантичного) моделювання, що дозволяє якісно описувати і вивчати слабко структуровані процеси, явища і системи. Вирішення задачі синтезу і вибору рішень щодо синтезу і вибору рішень щодо стратегії управління маршрутизацією потоків даних в сенсорних мережах варіативної топології запропоновано розглядати на основі моделі конфлікту взаємодії вузлів мережі, як вирішення задачі дискретної динамічної оптимізації. Синтез і вибір рішень щодо стратегій управління маршрутизацією і вибору маршруту передачі потоку даних в мережі здійснюється у відповідності до значення функції ціни для кожного елемента мережі, що є гегелівським об'єктом, відповідно метрики мережі. Незалежно від обраної метрики мережі метою управління маршрутизацією в СМ є визначення оптимального шляху на графі, який відображає топологію сенсорної мережі. При вирішенні задачі дискретної динамічної оптимізації запропоновано в якості обмеженого ресурсу, що визначає функцію ціни, застосувати параметри, які визначають пропускну спроможність каналів зв'язку при взаємодії вузлів мереж. Канали зв'язку визначають характеристики ребер (дуг) граф-моделі сенсорної мережі варіативної топології, а вузли є елементами розподіленої системи інтелектуального управління маршрутизацією потоків даних в мережі.

Ключові слова: конфлікт, об'єкт управління, маршрутизація, потоки даних, сенсорна мережа, варіативна топологія, система інтелектуального управління, математична модель, інтелектуальний перетворювач.

Вступ

Сучасні тенденції розвитку штучного інтелекту передбачають інтеграцію і гібридизацію різних моделей, напрямів і технологій в напрямку розширення можливостей інтелектуальних систем, в структуру яких вбудовані системи і технології синтезу та вибору оптимальних рішень. При створенні систем інтелектуального управління технічними і технічними ергатичними системами нагальним є застосування технологій, що використовують методи логіко-лінгвістичного (семантичного) моделювання, що дозволяє якісно описувати і вивчати слабко структуровані процеси, явища і системи. Логіко-лінгвістичні (семантичні) моделі мають специфічні особливості:

– змінні, що використовуються в моделях, відображають якісні, а не кількісні значення параметрів, а саме семантичні, якими є слова і терміни мови, а не числа;

– зв'язки між змінними і параметрами моделі визначаються не мають не математичними залежностями і рівняннями, а семантичні з використанням виразів і фраз мови;

– оцінка ефективності визначається не математичними співвідношеннями, а вербальними описами позицій, рекомендацій або іншого варіанту рішення.

Розрахунково-логічні системи, які використовують логіко-лінгвістичні моделі, застосовуються для рішення задач управління без початкових даних, програмування і не залежить від складності алгоритмів

рішення задачі синтезу і вибору рішень. Зазначені системи базуються на функціонально-семантичному типу мереж. Саме застосування логіко-лінгвістичних моделей створює можливість створення розподіленої СИУ маршрутизацією ПД в СМ ВТ.

Метою статті є новий підхід до вирішення задач управління маршрутизацією ПД в СМ ВТ, що базується на методах логіко-лінгвістичного моделювання детермінованої предметної області на основі семантичного аналізу текстової інформації, виявлення логіко-семантичних зв'язків між основними термінами мови взаємодії вузлів сенсорної мережі а також усунення протиріч і неоднозначності смислових понять при взаємодії вузлів мережі, як елементів розподіленої системи інтелектуального управління маршрутизацією ПД.

Аналіз досліджень та підходи до розв'язання проблеми. В СИУ маршрутизацією ПД в СМ ВТ на відміну від фреймово-продукційних моделей знань і синтетичних методів міркувань (індукції, що поєднують механізми, абдукції, дедукції), нейронечітких систем і нейрокомп'ютеринга, що базуються на моделях знань, моделей м'яких обчислень і обчислювального штучного інтелекту, згідно якої логічні засоби можуть використовуватися для обробки інформації, представленої в лінгвістичній формі, доцільним є застосування концепції інтегрованого логіко-лінгвістичного моделювання [1]. Виходячи з цієї концепції здійснюється аналіз і синтез мови, що визначає характер взаємодії елементів СМ, її лексики, синтаксису і семантики, які відображає функціональ-

не і змістовне навантаження мови при описі тих або інших подій і ситуацій під час функціонування СМ ВТ в цілому. Саме мовні структури забезпечують виникнення інформації між елементами СМ при їх взаємодії, що забезпечує функціонування розподіленої СІУ синтезу і вибору оптимальних маршрутів ПД.

Результати досліджень

1. Постановка задачі інтелектуального управління маршрутизацією потоків даних в СМ ВТ. В разі побудови ПП на основі методів ситуаційного управління використовуються семіотичні моделі, що ґрунтуються на формальній моделі [2], яка задається четвіркою

$$M = \langle T, P, A, \Pi \rangle, \quad (1)$$

де T - множина базових елементів; P , Π - синтаксичні та семантичні правила; A - система аксіом.

Крім семіотичної моделі M задається формальна модель, що інтерпретується,

$$L = \langle Z, D, H, V \rangle, \quad (2)$$

де Z - множина значень, які інтерпретуються, D - правила відображення, які надають відображення $T \rightarrow Z$ та зворотнє $Z \rightarrow T$, тобто приписує кожному відображенню T деяке відображення, що його інтерпретує; H - правила відображення; V - правила інтерпретації, які дозволяють приписувати деяке інтерпретуюче значення до будь-якої синтаксично правильної сукупності базових елементів.

В такому разі семіотична модель $C(.)$ з врахуванням (2) і (2) визначається четвіркою

$$C = \langle M, \chi_T, \chi_P, \chi_A, \chi_\Pi \rangle, \quad (3)$$

де $\chi_T, \chi_P, \chi_A, \chi_\Pi$ є правилами зміни T, P, A, Π .

На відміну від формальних моделей використання семіотичної моделі $C(.)$ дозволяє в процесі ситуаційного управління змінювати усі елементи формальної моделі M і формувати моделі, які відображають поточний стан СМ. Управління маршрутизацією ПД в СМ пов'язане з необхідністю синтезу і вибору стратегій управління в СІУ конфліктуючих вузлів мережі. Для успішного застосування методів ситуаційного управління при синтезі та прийнятті рішень в умовах конфлікту застосовується інструментарій методів теорії ігор, функціонального аналізу та методи штучного інтелекту (ШІ). Найбільш загальною моделлю опису процесів взаємодії конфліктуючих сторін є модель динамічної СІУ.

2. Логіко-семантична модель управління маршрутизацією потоків даних в сенсорних мережах. Визначимо синтаксичні правила P моделі СІУ, що визначена співвідношенням (1) і проведемо його арифметизацію за Геделем [3]. В такому разі формальна модель M мережі вміщує синтаксичні правила P , що представляють кінцево-членні послідовності вихідних символів. В такому разі вираз мови і кінцеві послідовності таких виразів закодувати за допомогою чисел, що визначають вузли мережі, а їх послідовність визначає ламану лінію маршруту ПД на множині цілих додатних чисел, що до-

зволяє відобразити усі вирази в моделі M відобразити на множину натуральних чисел, як правила і відношення синтаксичних правил P . Таким чином, згідно метаторії можна змістовну арифметику для опису синтаксичних властивостей СІУ СМ ПД.

Відповідно способів геделізації виразів і їх послідовностей визначимо дві нумерації: нумерацію формальних виразів і нумерацію кінцевих послідовностей формальних виразів.

Виходячи з фундаментального індуктивного визначення введемо вихідні об'єкти розгляду – формальні об'єкти, якими є елементи синтезованого маршруту ПД: 1) $D(1)$ - формальний об'єкт; 2) формальні об'єкти $a_i \forall i = \{1, 2, 3, \dots\}$, $v_n \forall n = \{1, 2, 3, \dots\}$; 3) якщо α і β – формальні об'єкти, то формальними об'єктами є $(\alpha + \beta)$, $(\alpha \times \beta)$, $(\alpha \approx \beta)$, $(\alpha \rightarrow \beta)$, $(Ea)\beta$.

Введеним формальних об'єктам, якими є вузли СМ, однозначним чином співпоставимо натуральні числа – геделівські номери цих формальних об'єктів. Кожному вихідному об'єкту співставляється число, а кожній породжуючій операції арифметична операція, яка по геделівським номерам вихідних об'єктів дає геделівський номер породжуемого об'єкту, а саме: геделівським номером об'єкту 1 буде 1; геделівським номером об'єкту виду $4k+1$; геделівським номером об'єкту виду v_k буде $4k$. Якщо a є геделівський номер об'єкту α , а b – геделівський номер об'єкту β , то геделівський номер об'єкту

$$(\alpha + \beta) \text{ буде } 4. J_3(1, a, b) + 2,$$

$$(\alpha \times \beta) \text{ буде } 4. J_3(2, a, b) + 2,$$

$$(\alpha \approx \beta) \text{ буде } 4. J_3(3, a, b) + 3,$$

$$(\alpha \rightarrow \beta) \text{ буде } 4. J_3(4, a, b) + 3,$$

$$(Ea)\beta \text{ буде } 4. J_3(5, a, b) + 3,$$

де J_3 є числова функція, яка нумерує трійки чисел:

$$J_3(a, b, c) = J_2(a, J_2(b, c)),$$

де $J_2(k, l) = 0, 5 \cdot (k + l - 1) \times (k + l - 2) + l$.

Запропонований спосіб геделізації дозволяє кожному типу формальних об'єктів однозначно співпоставляти класи чисел – геделівських номерів цих об'єктів. В даному випадку для СМ ПД формальним об'єктам типу $\frac{1}{n}$ співставляється клас чисел, які діляться без остачі на 4.

На множині формальних об'єктів мережі рекурсивно визначимо синтаксичні властивості і функції, що задані на цих об'єктах мережі.

В такому разі змінна 1-го виду (квантифікуюча змінна) - $P_1(a) : P_1(a) \rightarrow \exists_{n < a} (a = a_n)$, змінна 2-го виду (вільна змінна) - $P_2(a) : P_2(a) \rightarrow \exists_{n < a} (a = v_n)$, числовий предикат «бути змінною» ($P(\alpha)$) визначається, як: $P(\alpha) \equiv P_1(a) \vee P_2(a)$.

Кожному синтаксичному предикату, визначеному на множині формальних об'єктів, легко співпоставити у повній мірі відповідний числовий предикат, який в повній мірі відповідає синтаксичному предикату, що виконується на числах, які є геделів-

ськими номерами формальних об'єктів, на яких виконується синтаксичний предикат.

Для введених вище синтаксичних предикатів вкажемо в повній мірі відповідні їм числові предикати: $\Pi_1(a)$ відповідає $\Pi_1(a) \equiv (rm(a, 4) = 0)$, $\Pi_2(a)$ відповідає $\Pi_2(a) \equiv (rm(a, 4) = 1)$, $\Pi(a)$ відповідає $\Pi(a) \equiv \Pi_1(a) \vee \Pi_2(a)$, де $rm(a, b)$ – примітивно рекурсивна функція – «остача від ділення a на b ». В такому разі рекурсивне поняття терма $T(a)$ можна визначити у вигляді:

$$T(a) = \begin{cases} a = D_1 \\ \Pi(a), \\ a = \beta + \gamma, \\ a = \beta \times \gamma, \end{cases} \quad (4)$$

З іншого боку визначення терма можна представити у вигляді явного з обмеженими кванторами:

$$T(a) = (a = D_1) \vee \Pi(a) \vee (\exists \beta)_a (\exists \gamma)_a ((T(\beta) \& T(\gamma) \& (a = \beta + \gamma)) \vee (\exists \beta)_a (\exists \gamma)_a (T(\beta) \& T(\gamma) \& (a = \beta \times \gamma)))$$

В повній мірі відповідним числовим предикатом для предиката (4) «бути термом» буде предикат

$$T(a) = \begin{cases} a = 1 \\ a \in \Pi, \\ a = 4 \times J_3(1, b, c) + 2, \text{де } T(b) \& T(c), \\ a = 4 \times J_3(2, b, c) + 2, \text{де } T(b) \& T(c). \end{cases} \quad (5)$$

Таким чином, згідно (4) терми і формули на відміну від квазітермів і квазіформул не містять вільних входжень квантифікуючих змінних, тобто змінних вигляду v_k . Слід зазначити, що синтаксичний предикат, яким для СМ є функція, яка визначає кількісне зачення елемента маршруту ПД, є примітивно рекурсивним, і в повній мірі визначає відповідний йому числовий предикат.

Таким чином, усі синтаксичні поняття і усі відповідні їм числові предикати (5) і функції є рекурсивними або рекурсивно переобчисленими і можуть бути описані в СІУ маршрутизацією ПД в СМ, яка містить рекурсивну арифметику.

3. Визначення та обґрунтування сукупності показників гарантоздатності та безпеки функціонування конфліктуючих сенсорних мереж. Управління маршрутизацією ПД в СМ ВТ є одним з найважливіших завдань організації функціонування мереж. Синтез і вибір рішень щодо стратегій управління маршрутизацією і вибору маршруту ПД в мережі здійснюється у відповідності до значення функції ціни для кожного елемента мережі, що є гегельським об'єктом, відповідно метрики мережі. Незалежно від обраної метрики мережі метою управління маршрутизацією в СМ є визначення оптимального шляху на графі, якій відображає топологію СМ. При моделюванні архітектури і топології СМ управління маршрутизацією в мережі за умов мінімального залучення мережеских ресурсів є ключовою. Процеси в СМ забезпечуються в припущенні гарантованого знаходження маршруту від вузла

джерела до вузла-отримувача ПД при резервуванні частки пропускної спроможності каналів.

В такому разі можна застосувати модель СМ з заявками на послідовну в часі передачу ПД між вузлами мережі з використанням оригінального евристичного алгоритму інтегрального усікання варіантів [4, 5] за умов забезпечення найбільшого сумарного об'єму трафіку і мінімізації ресурсів мережі, що забезпечують пропускну спроможність ПД.

Гарантоздатність СМ ПД забезпечується алгоритмом маршрутизації та технологічно імплементованими в ПЗ управління маршрутизацією засобами забезпечення конфіденційності і цілісності при обміні даними – засобами криптографічними ахисту інформації (КЗІ), що за функціональним профілем захищеності забезпечують рівень гарантій безпеки мережі [6–9]. Метод управління маршрутизацією ПД в мережі забезпечує стійкість функціонування СМ в разі нестабільного функціонування мережевого інтерфейсу, відмов обладнання, а також зовнішніх і внутрішніх впливів на функціональний стан мережі.

Математичну модель СМ ПД може бути представлена зв'язковим графом

$$G = (V, E), \quad (6)$$

де V – множина вузлів графа, що представляє СМ, E – множина ребер графа, що з'єднує вузли і відображає можливий маршрут ПД.

Згідно (6) кожному ребру $e_{ij} \in E \forall \{i, j\} \in V$ графа G поставлено у відповідність невід'ємне число $c_{ij} \geq 0$, що визначає пропускну здатність ребра, як функцію ціни при ПД між вузлами i і j . Введемо таке поняття ПД f між вершинами s і t , яка є додатньою функцією на ребрах графа G $f_{ij} \geq 0$ за умови того, що ПД не накопичується в проміжних вузлах мережі між вузлами s і t , тобто

$$\sum_k f_{ki} = \sum_j f_{ij}, \forall i \in V, i \neq \{s, t\} \quad (7)$$

і не перевищує пропускної спроможності каналу ПД, а саме $f_{ij} \leq c_{ij}$ і $e_{ij} \in E$. Виходячи з (7) залишкова пропускна здатність ребра e_{ij} визначається як різниця пропускної здатності ребра і ПД по ньому, тобто $c_{ij}^f = c_{ij} - f_{ij}$. В такому разі з графу мережі G отримуємо залишкову мережу $G' = (V, E^f)$, в якій залишаються ребра з додатною залишковою пропускну спроможністю.

Виникнення ПД в СМ визначається як поява заявки в мережі між парою вершин з множини $\{\{s_1, t_1\}, \dots, \{s_n, t_n\}\}$ вузлів СМ. Час життя заявок обмежений обслуговуванням заявок за умови встановленого маршруту ПД між вузлами СМ. Тим самим забезпечується вивільнення пропускної спроможності ребер мережі, Якщо заявка була задоволена і маршрут між вузлами був прокладений, після закінчення часу життя ознака наявності заявки скидається, звільняючи відповідну пропускну здатність ребер мережі.

Множина ПД між кожною парою вузлів через вузол є продуктом $\{s_m, t_m\}$ називається продуктом v_m .

Залежно від способу визначення вартості дуг моделі мережі для визначення функції ціни застосовується субоптимальний мінімально-розрізний алгоритм, що орієнтований на синтез і вибір маршруту ПД з застосуванням ребер граф-моделі СМ (6), які мають найбільший резерв пропускної спроможності каналів і мінімальну кількість елементів синтезованого маршруту. Такий алгоритм забезпечує обслуговування найбільшою кількістю заявок ПД.

4. Математична модель управління маршрутизацією в конфліктуючих сенсорних мережах. Синтез і вибір рішення СІУ за умов обмежень, невизначеностей і забезпечення гарантоздатності здійснюється на основі певної альтернативи, отриманої на основі аналізу об'єкта управління і його функціонального стану. На підставі відомостей про навколишнє середовище і свій стан в СМ за наявності пам'яті і мотивації синтезується мета. Математична модель синтезу і вибору управління маршрутизацією ПД в розподіленій СІУ СМ, що складається з СІУ вузлів, базується на критерії (функції ціни) вибору оптимального маршруту ПД.

Визначимо множину критеріїв або ситуацій, що можуть бути визначені n -мірним вектором, компоненти якого $h_i \in R^+, \forall i = \overline{1, n}$ описують спосіб, якість або передумову використання того чи іншого методу управління за параметром, що належить скінченній впорядкованій множині можливих значень n . При цьому створюється взаємозв'язок, що визначається множинним відношенням

$$(h_1, h_2, \dots, h_n) \in H_1 \times H_2 \times \dots \times H_n. \quad (8)$$

Набору векторів (8) приписують значення $y_j, j = \overline{1, \dots, k}, k \leq n$, що встановлює відповідність множини наборів передумов h_i і стратегії управління y_j .

Таким чином може бути обрана функція, що визначає множину стратегій управління маршрутизацією

$$\begin{cases} f : H_1 \times H_2 \times \dots \times H_n \rightarrow Y; \\ Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\} \forall y_j \in [0, \dots, 1], j = \overline{1, \dots, k}, k \leq n. \end{cases} \quad (9)$$

В такому разі синтез і вибір стратегії управління маршрутизацією ПД формально має вигляд таблиці, як задається наборами маршрутів

$$((h_1, h_2, \dots, h_n), y_j), \forall j = \overline{1, \dots, k}. \quad (10)$$

Враховуючи те, що в загальному випадку таблиця, яка визначена співвідношеннями (9) і (10) має великий розмір множину стратегій для вибору маршруту ПД в СМ ВТ можна визначити гегелівськими парами, як ребрами граф-моделі СМ, що відповідає формальній моделі (1):

$$((\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n), y_j), \forall j = \overline{1, \dots, k}, \quad (11)$$

де $\sigma_i, i = \overline{1, \dots, n}$ - підмножина $h_i, (\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n)$ - стратегії, які визначають маршрути ПД.

Таким чином, в повній системі завдання вибору (11) згідно критерію (7) обирається рішення щодо маршруту ПД в СМ. Відповідно до прийнятого рішення синтезується управління щодо послідовності взаємодії вузлів СМ на маршруті ПД від вузла-відправника до вузла-отримувача. По завершенню ПД вузол-відправник закінчує обслуговування заявки на ПД.

Висновки

Якісно новим підходом до вирішення задач управління маршрутизацією ПД в СМ ВТ є логіко-лінгвістичне моделювання детермінованої предметної області на основі семантичного аналізу текстової інформації, в тому числі виявлення логіко-семантичних зв'язків між основними термінами мови взаємодії вузлів мережі, а також і усунення протиріч і неоднозначності смислових понять. Крім того, важливою структурною складовою СІУ СМ є розробка словника-тезауруса, що особливим чином описує мовні одиниці, складові поняття опису стану взаємодії елементів СМ. Створення такого тезаурусу і використання його в лінгвістичному забезпеченні СІУ маршрутизацією ПД в СМ ВТ дозволить підвищити її ефективність і забезпечити гарантоздатність. При дослідженні методів інтелектуального управління маршрутизацією ПД в СМ ВТ застосовано методологію:

- системно-структурного аналізу процесів взаємодії вузлів мережі, як дослідження явища в цілому, що складається з системи підструктур, які, у свою чергу, складаються з елементів, і в якості підсистем входять в систему більш високого рівня;

- системно-функціонального аналізу процесів забезпечення гарантоздатності при функціонуванні СМ, як дослідження з метою визначення усіх основних взаємозв'язків вузлів мережі з процесами управління маршрутизацією ПД, як з внутрішнім так і з зовнішнім середовищем гетерогенної мережі, що включає систему передачі даних мереж *intranet/internet*;

- виявленні характеру і способів впливу одних елементів і підструктур сенсорних мереж на інші.

При проведенні досліджень щодо розробки нових і вдосконалення існуючих методів управління маршрутизацією ПД в СМ ВТ за умов забезпечення гарантоздатності доцільним є використання інтегрально-топологічних методів аналізу складних систем, які базуються на використанні математичних моделей опису властивостей процесів, пов'язаних з функціонуванням мереж як систем, що дозволяє отримати топологічні структури формальних просторів функціонування та рішення для синтезу та вибору управління сенсорними мережами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. М.: Энергоиздат, 1981. 232 с.
2. Зеляновський М.Ю. і Тимченко О.В. Математичні моделі для спеціалізованих та сенсорних мереж бездротового доступу. *Моделювання та інформаційні технології*. Вип. 50. С. 192-200, 2009.
3. Смирнова Е.Д. Основы логической семантики: Учебное пособие. М.: Высш. шк., 1990. 144 с.

4. Семко В.В. Вирішення задачі конфлікту за методом інтегрального усікання варіантів. *Телекомунікаційні та інформаційні технології*, вип. №2, С. 40-50, 2015.
5. Семко О.В. і Семко В.В. «Дослідження властивостей рішення задачі конфлікту за методом інтегрального усікання варіантів.» *Проблеми інформатизації та управління*, вип. 2(46), pp.60-71, 2014.
6. Семко В.В., Бурячок В.Л., Толюпа С.В. і Складанний П.М. Модель управління захистом інформації в інформаційно-телекомунікаційній системі. *Вісник НУ «ЛП»: Радіоелектроніка та телекомунікації*, № 818. pp.151-155, 2015.
7. Семко В.В., Бурячок В.Л., Толюпа С.В. і Складанний П.М. «Ситуаційне управління доступом в інформаційно-телекомунікаційній системі.» *Проблеми телекомунікацій*, №2(17), pp.54-61, 2015.
8. Семко О.В. Інформаційно-телекомунікаційна система видачі медичних довідок. *Актуальні проблеми забезпечення інформаційної безпеки держави. Мат. НТК 18 грудня 2014 року*, pp. 96-97, 2014.
9. Семко О.В. і Ящук Д.Ю. Математична модель захищеної інформаційно-телекомунікаційної системи. *Проблеми кібербезпеки інформаційно-телекомунікаційних систем: Матеріали доповідей: 10-11 березня 2016 року*, pp.98-99, 2016.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С. В. Козелков,
Державний університет телекомунікацій, Київ
Received 22.10.2018
Accepted for publication 28.11.2018

Логико-семантическая модель управления маршрутизацией потоков данных в сенсорных сетях

А. В. Семко

Определены проблемы синтеза и выбора решений по управлению маршрутизацией потоков данных в конфликтующих сенсорных сетях вариативной топологии в условиях ограничений и неопределенностей. Рассмотрен подход к созданию распределенной системы интеллектуального управления маршрутизацией в самоорганизующихся сенсорных сетях на основе использования многоуровневой теоретико-множественной и математической моделей, определяющих сущность системы интеллектуального управления объектом. В качестве базовой модели описания маршрута передачи данных в самоорганизующихся сенсорной сети предложено семиотическую модель, основанную на формальной модели процессов информационного взаимодействия элементов сети. В отличие от формальных моделей использования семиотической модели позволяет в процессе ситуационного управления изменять все элементы формальной модели и формировать модели, отражающие текущее состояние сети. При создании распределенных самоорганизующихся систем управления маршрутизацией потоков данных в сенсорных сетях вариативной топологии предложено применение технологий, использующих методы логико-лингвистического (семантического) моделирования, что позволяет качественно описывать и изучать слабо структурированные процессы, явления и системы. Решение задачи синтеза и выбора решений по синтезу и выбора решений по стратегии управления маршрутизацией потоков данных в сенсорных сетях вариативной топологии предложено рассматривать на основе модели конфликта взаимодействия узлов сети, как решение задачи дискретной динамической оптимизации. Синтез и выбор решений по стратегии управления маршрутизацией и выбора маршрута передачи потока данных в сети осуществляется в соответствии со значением функции цены для каждого элемента сети, что является гегелевским объектом, соответственно метрики сети. Независимо от выбранной метрики сети целью управления маршрутизацией СМ является определение оптимального пути на графе, которой отражает топологию сенсорной сети. При решении задачи дискретной динамической оптимизации предложено в качестве ограниченного ресурса, определяет функцию цены, применить параметры, которые определяют пропускную способность каналов связи при взаимодействии узлов сетей. Каналы связи определяют характеристики ребер (дуг) граф-модели сенсорной сети вариативной топологии, а узлы являются элементами распределенной системы интеллектуального управления маршрутизацией потоков данных в сети.

Ключевые слова: конфликт, объект управления, маршрутизация, потоки данных, сенсорная сеть, вариативная топология, система интеллектуального управления, математическая модель, интеллектуальный преобразователь.

Logic-semantic model for managing data stream routing in sensory networks

O. Semko

The problems of synthesis and choice of solutions for controlling the routing of data streams in conflicting sensor networks of variable topology in the conditions of limitations and uncertainties are identified. The approach to the creation of a distributed intelligent routing control system in self-organizing sensor networks based on the use of multi-level set-theoretic and mathematical models that determine the essence of the system of intelligent control of an object is considered. As a basic model for describing the route of data transmission in a self-organizing sensor network, a semiotic model is proposed based on a formal model of information interaction processes of network elements. In contrast to the formal models of using the semiotic model, in the process of situational management it is possible to change all the elements of the formal model and form models reflecting the current state of the network. When creating distributed self-organizing control systems for streaming data flows in sensor networks of variational topology, the use of technologies using logical-linguistic (semantic) modeling methods is suggested, which allows qualitatively describing and studying weakly structured processes, phenomena and systems. The solution of the synthesis problem and the choice of solutions for synthesis and decision-making on the strategy of managing the routing of data flows in sensor networks of the variational topology is proposed to be considered on the basis of the model of interaction of the network nodes as a solution to the problem of discrete dynamic optimization. The synthesis and selection of decisions on the strategy of controlling the routing and choosing the route for transmitting the data stream in the network is carried out in accordance with the value of the price function for each network element that is a Hegelian object, respectively, the network metrics. Regardless of the selected network metric, the purpose of controlling the SN routing is to determine the optimal path on the graph, which reflects the topology of the sensor network. When solving the problem of discrete dynamic optimization, it is proposed as a limited resource, determines the price function, apply parameters that determine the bandwidth of communication channels in the interaction of network nodes. Communication channels determine the characteristics of the edges (arcs) of the graph-model of the sensor network of the variable topology, and the nodes are elements of a distributed system of intelligent control of the routing of data flows in the network.

Keywords: conflict, object management, routing, data flows, sensor network, variable topology, intelligent control system, mathematical model, intelligent converter.