

УДК 621.39

Л. П. КРЮЧКОВА, І. І. БОРИСЕНКО, Державний університет телекомунікацій, Київ;
Т. В. УВАРОВА, Національний університет оборони України, Київ

МЕТОД СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

Розглянуто метод ситуаційного управління як один із перспективних напрямків удосконалення систем управління просторово розподіленими телекомунікаційними мережами, що дозволяє оцінювати конкретні ситуації і відображати реальну динаміку процесів функціонування систем. Науковим напрямком, що відіграв значну роль у становленні методу ситуаційного управління, є створення інформаційно-пошукових мов і систем. Принципи, що становлять основу методу, забезпечують можливість створення моделей, здатних до вдосконалення функцій ухвалення рішень та адаптації в умовах функціонування об'єкта управління.

Ключові слова: метод ситуаційного управління, дискретні ситуаційні мережі.

Вступ

Метод ситуаційного управління є одним із перспективних напрямків удосконалення систем управління телекомунікаційними мережами, що дозволяє оцінювати конкретні ситуації, відстежуючи реальну динаміку процесів функціонування складних об'єктів, керування якими здебільшого підлягає автоматизації.

Нехай, наприклад, об'єктом автоматизації є центр управління перевезеннями радіоактивних матеріалів (ЦУП РМ), спроектований для моніторингу спеціалізованого автотранспорту підприємства-користувача та створення умов для об'єктивного оцінювання стану щодо транспортування високоактивних джерел іонізуючого випромінювання й радіоактивних відходів і своєчасного виявлення небезпечної ситуації. Система управління таким об'єктом має забезпечувати керівництво підприємства-користувача необхідною оперативною і вірогідною інформацією щодо стану спеціалізованого автотранспорту та небезпечного вантажу для підтримки й ухвалення рішень при транспортуванні радіоактивних відходів, а також для раціонального використання матеріальних ресурсів підприємства-користувача.

Усі функції управління спрямовані так чи інакше на формування та реалізацію рішень, причому будь-яку функцію управління технологічно можна подати у вигляді послідовності будь-яких пов'язаних спільною метою рішень. Чим складніша інформаційна модель об'єкта і вища здатність маніпулювання її параметрами, тим краща та різноманітніша якість ухвалюваних рішень.

Основна частина

Призначення системи ЦУП РМ:

- забезпечення технічним оснащенням, засобами зв'язку та комп'ютерними комунікаціями в галузі атомної енергетики;
- підвищення рівня організації з гарантуванням безпеки перевезень радіоактивних матеріалів;
- облік і контроль фактичних обсягів перевезень;
- уніфікація на підприємствах організаційно-розпорядчих документів з організації перевезень.

При побудові автоматизованої системи можуть використовуватися системи передавання інформації з блоків детектування та інших засобів вимірювання для збору даних по провідних та безпроводних каналах. Збір інформації з датчиків здійснюється через спеціальний бортовий комп'ютер-термінал, що встановлюється на автотранспортному засобі. Дані з терміналу передаються каналом GSM із використанням GPRS технології до центрального або резервного сервера даних. Періодичність обміну даними забезпечується згідно з вимогами системи ЦУП РМ. На сервері отримані дані обробляються, записуються до бази даних, архівуються та виводяться на графічний інтерфейс для

аналізу, що його виконує оператор. При цьому оператор має повідомляти про отримання особливо важливих повідомлень, що гарантує виконання необхідних дій згідно з регламентом системи. Схему інформаційних потоків даних від джерел до бази даних наведено на рис. 1.

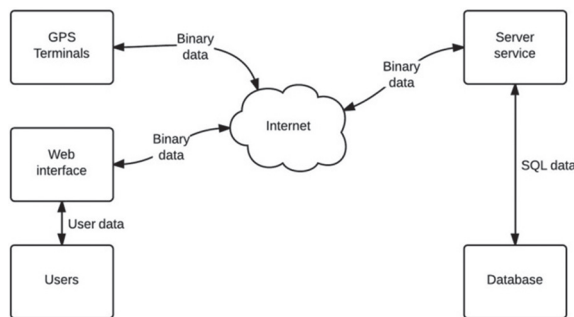


Рис. 1. Інформаційні потоки даних від джерел до бази даних

Здійснення контролю відбувається за допомогою звичайного AT Tracker. Схему обміну даними між контрольованими об'єктами і сервером зображено на рис. 2, де основний канал позначено суцільними лініями, альтернативний — штриховими.

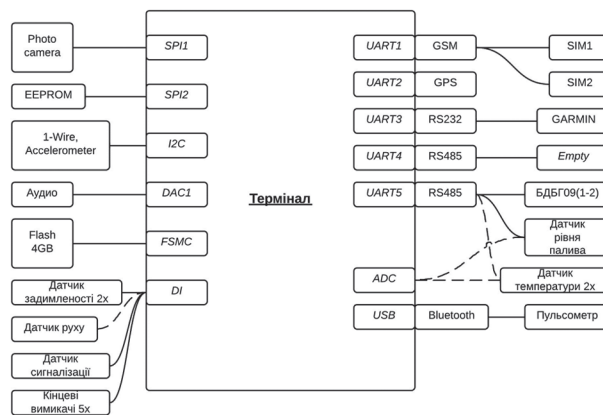


Рис. 2. Схема обміну даними між контрольованими об'єктами і сервером

Термінал призначено для організації контролю та навігації транспортних об'єктів із використанням супутникових систем визначення координат місцезнаходження із залученням технології GSM/GPRS для обміну даними із сервером. GSM-модеми працюють у діапазонах частот 850/900/1800/1900 МГц.

Систему контролю пересування автотранспорту подано на рис. 3.

Перехід в аварійний режим відбувається автоматично при перевищенні граничного (контрольного рівня) значення контрольованого параметра або за командою з центрального поста

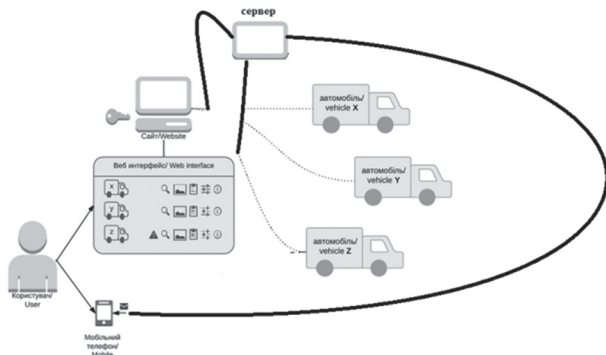


Рис. 3. Система контролю пересування автотранспорту

управління (ЦПУ). Можливе встановлення кількох граничних значень, наприклад попереджувального та аварійного. При цьому аналіз результатів вимірювань для видачі попереджувального або аварійного сигналу проводиться безпосередньо на віддаленому об'єкті з урахуванням заданих меж перевищення значень параметра й тривалості перевищення.

Спеціалізоване програмне забезпечення дозволяє здійснити надійний доступ до нагромаджених даних, їх наочну візуалізацію, чіткий аналіз і документування.

ЦУП РМ має розвинені можливості нарощування й масштабування, що дозволяє розширювати контроль об'єктів без значних витрат.

Основні функції, які виконує система:

- моніторинг місцезнаходження транспортних засобів і вантажів із заданою періодичністю;
- відображення розташування, напрямку руху та стану транспортного засобу на електронній карті;
- визначення технічного стану транспортного засобу, роботи спеціальних систем (дозиметричних, навігаційних) і устаткування на основі показів датчиків;
- формування та відправлення за певним алгоритмом (сценарієм) інформаційних повідомлень службам швидкого реагування в разі необхідності (несправність транспортного засобу, ДТП, радіаційна аварія);
- формування і передача відповідальним особам SMS-повідомлень (інформаційних та аварійних) про проходження транспорту за маршрутом;
- контроль часу та місця початку і закінчення роботи, зупинки, завантаження, розвантаження;
- контроль виконання маршрутних завдань;
- контроль реального пробігу автомобіля;
- спеціалізовані звіти (стан датчиків, ідентифікація і стан водія);
- звіти про рух (маршрути, швидкість, пробіг, зупинки, стоянки) подобовий, груповий та ін.

Важливим елементом будь-якого об'єкта автоматизації є система управління, що забезпечує можливість ухвалення рішень і їх реалізацію.

Перспективним напрямком удосконалення систем управління телекомунікаційними мережами є **ситуаційне моделювання**. Ідеї ситуаційного моделювання розвиваються і впроваджуються як у прикладному, так і в теоретичному плані. У процесі розробки ситуаційного моделювання постають такі питання: як будувати інформаційну модель об'єкта в умовах певної організаційної структури управління, розподілу функцій та ієрархії цілей і крите-

ріїв, часто суперечливих; як класифікувати ситуації та рішення; як вони мають розподілятися по рівнях управління і взаємодіяти; як виокремлювати первинну множину базових понять і зв'язків. Також виникає питання програмування ситуаційної моделі. Мова розв'язання завдань управління має вищий рівень, ніж мова математичного програмування.

Програмування ситуаційних моделей виконувалося традиційними способами з використанням різних мов програмування. Це призвело до того, що всі переваги ситуаційного моделювання як підходу зберігалися лише на стадії проектування моделей і втрачалися на стадії програмування. У зв'язку з цим постало питання про необхідність нових засобів реалізації, що відповідають потребам методу. Триває діяльність зі створення досить універсальних методик інформаційного опису об'єктів ситуаційного моделювання і загального математичного забезпечення для їх реалізації в телекомунікаційних технологіях. Теоретичні дослідження показали необхідність більш строгого визначення основних термінів ситуаційного моделювання, зокрема таких понять, як відношення, ситуація, завдання управління.

В основу **методу ситуаційного управління** покладено три принципи.

Перший принцип полягає в можливості класифікації ситуацій для широкого класу великих систем. При цьому на кожному рівні управління кількість можливих ситуацій набагато більша за кількість допустимих рішень. Це означає, що завдання ухвалення рішень може бути сформульоване як завдання пошуку такого розбиття множини ситуацій на класи, при якому кожному класу відповідає рішення, оптимальне з погляду критерію функціонування даного об'єкта.

Другий принцип базується на ідеї опису об'єкта, що забезпечує таку формалізацію проблеми управління ним, яка гарантує достатню повноту опису інформаційної моделі самого об'єкта, процесів його функціонування і зовнішнього середовища, що визначає умови ухвалення рішень у конкретних ситуаціях.

Третій принцип передбачає розробку моделі об'єкта на основі вчення про ухвалення рішень, яке полягає у формуванні моделі об'єкта, а потім моделі ухвалення рішень.

Цей принцип забезпечує можливість створення моделей, здатних до вдосконалення функцій ухвалення рішень, до адаптації в умовах роботи об'єкта управління, що змінюються. Це уможливорює програмне забезпечення реалізації принципу «нарощування» моделі для заданих умов функціонування. Нині розроблено й впроваджено чимало систем на основі ситуаційного управління.

Нижнім рівнем мови опису є мова дискретних ситуаційних мереж (ДСМ). Вершини ДСМ відповідають об'єктам, що описуються у вигляді скінченних автоматів, а дуги — зв'язкам між ними. Вершини імітують процеси, що відбуваються в усіх компонентах керованого об'єкта, а мережа в цілому відображає його структуру і закони функціонування. У кожний конкретний момент часу ситуація в ДСМ відображає реальну ситуацію на об'єкті управління.

Мова ДСМ є зручним засобом для постановки завдань управління і виявлення законів функціонування. Проте при безлічі можливих ситуацій пошук ситуації-рішення на ДСМ практично не реалізовується, що зумовлює необхідність переходу на вищий рівень засобів опису та узагальнення ситуацій. Такими засобами є мови RX-кодів і синтагматичних ланок. Необхідний

набір понять і зв'язків виявляється в результаті аналізу змістовного опису вершин ДСМ, відношень між ними та мережі в цілому.

Мова RX -кодів формально задається трійкою $L = \langle X^0, R, P_k \rangle$, де X^0 — словник базових понять; R — словник базових зв'язків; P_k — правила утворення похідних понять і зв'язків та тотожного перетворення ситуацій. Кон'юнкція ознак виду $r_j x_i$, де $x_i \in X^0$ та $r_j \in R$, називається rx -кодом поняття x_k^j , тобто

$$x_k^j = r_1 x_a^{(j-1)} \cdot r_2 x_j^a \dots r_m x_l^p, \text{ де } a, \dots, p \leq j - 1.$$

Ліва частина rx -коду називається згортокою поняття x_k^j , а права — його розгортокою. Поняття, порядок яких $j > 0$, утворюють словник похідних понять X^n .

Мінімальною одиницею мови синтагматичних ланок є елементарна синтагма виду $x_a^j r_i x_b^k$, полюсами якої є елементи множини $X^0 \cup X^n$. Кон'юнкції елементарних синтагм утворюють синтагматичні ланки виду

$$x_a^j r_k x_b^i \wedge x_c^l r_j x_d^m \wedge \dots \wedge x_p^n r_i x_q^p.$$

За аналогією з мовою RX -кодів розроблено правила формального перетворення текстів, записаних мовою синтагматичних ланок. Зокрема, це правила інвертування синтагм, винесення лівих і правих полюсів синтагм за дужки, об'єднання і розщеплювання синтагм; включення елементарних синтагм і синтагматичних ланцюжків у синтагматичні ланцюжки; включення понять та їх розгорток в елементарні синтагми.

Окрім аналітичної форми запису ситуацій застосовується геометрична форма, зручна для наочного зображення. Опису ситуацій в RX -кодах відповідають графи типу дерева, а синтагматичним мережам — довільні графи. У семантичних термінах будь-яка ситуація описується як фрагмент семантичної мережі. Оскільки правила утворення похідних понять не накладають жодних обмежень на довжину їх описів, можна будувати поняття n -го порядку будь-якої точності.

Рівні опису мови ситуаційного управління різняться засобами вираження зв'язків між описами елементів об'єкта управління. Так, опис станів ДСМ у термінах RX -кодів і синтагматичних ланок задає рівень мікроопису об'єкта у вигляді тексту, зручного для формальних перетворень. Уведення мови мікроопису ще не забезпечує скорочення розмірності завдань управління і не регулює процес виникнення нових понять і зв'язків, але створює передумови для розв'язання цієї проблеми мовою більш високого рівня — мовою опису макроситуацій.

Елементи цього рівня мови такі: множина ситуацій, які фіксуються і породжуються на першому рівні; правила узагальнення і виникнення похідних понять, зв'язків, ситуацій. В основу механізму узагальнення і класифікації ситуацій покладено процедуру формального порівняння текстів ситуацій і виділення в них спільних частин. Семантична близькість між поняттями виявляється в існуванні спільних частин, що є підставою для віднесення узагальнених ситуацій до нових класів. У загальному випадку побудова структури здійснюється на правилах кореляції, узагальнення, трансформації та екстраполяції.

Правила встановлення ситуативних зв'язків на множині понять і синтагматичних ланок дістали назву **кореляційних**, а ситуації, що виводяться за правилами кореляції, називаються **ситуаціями-рішеннями**. Можливість виявлення ситуативних відношень зумовлюється структурами розгорток понять і синтагматичних ланок та місцем цих структур у ширших фрагментах описів ситуацій.

Формально правила кореляції задаються так. Нехай X є множина понять, R — множина бінарних відношень. Задамо на X множині k -місних предикатів $P_k(x_1, x_2, \dots, x_p)$. Правилком кореляції P_k на множині X називається сукупність

$$P_k = \langle X, R, \varphi \rangle,$$

де φ — перетворення $R \rightarrow X^2$.

З погляду ситуаційної моделі правилами кореляції є будь-які залежності, за допомогою яких досягається поповнення і зміна описів ситуацій. Кожне правило складається з двох частин: лівої — предикативної і правої — керуючої. У своїй предикативній частині правила кореляції визначають умови сполучуваності класів понять. Якщо на заданій множині понять виконується деяка умова поєднання, то між певними елементами з цих понять встановлюємо і нові зв'язки.

Правила кореляції можуть бути **універсальними** в певному численні, наприклад у численні часу чи оцінок, або **евристичними**, справедливими лише в певній наочній області. Область визначення наочних змінних предикативної частини універсальних правил кореляції задається проблемною орієнтацією завдання управління і метою управління. Універсальні правила будуються на властивостях відношень типу «частина — ціле», транзитивності, «причина — наслідок», часу, простору.

Евристичні правила кореляції відображають досвід, здобутий практикою управління модельованим об'єктом. Вони також призначені для опису прихованих до розв'язування задач зв'язків між поняттями.

Процедура узагальнення — основна для побудови ситуацій-рішень. Наявність спільності двох чи більше ситуацій призводить до того, що в їх описах обов'язково будуть спільні частини, що включають або RX -код довжини k ($k = 1, \dots, p$), або синтагматичну ланку довжиною l ($l = 1, \dots, p$). Перший випадок відповідає узагальненню за ознаками, другий — за структурами.

Якщо вихідні ситуації подати в геометричній формі, тобто у вигляді графів, то результатом узагальнення їх буде підграф, що входить у графи описів кожної із ситуацій. При цьому можливі випадки:

- 1) $S_i \cap S_j = \emptyset - 0$, тобто ситуації не мають спільних частин;
- 2) $S_s \cap S_j = r_s x_j \vee x_a r_m x_b$, тобто спільною для ситуації є або одна ознака, або елементарна синтагма;
- 3) спільна частина S_i, S_j містить більш як одну ознаку або більш як одну синтагму.

У першому випадку кількість класів ситуацій збігається з кількістю даних ситуацій. Це граничний випадок, що відповідає режиму простого перебору варіантів при виборі рішення. Другий випадок ілюструє простий варіант узагальнення, коли утворюється однорівнева структура класифікації ситуацій. У третьому випадку класи ситуацій можуть формуватися за допомогою кон'юнктивної і диз'юнктивної форм узагальнення. Кон'юнктивна форма базується на принципі об'єднання спільних частин ситуацій різної довжини. За її допомогою отримувані в результаті диз'юнктивної форми узагальнення класи ситуацій упорядковуються в ієрархічну структуру. До останнього рівня належать класи ситуацій з максимально можливою довжиною спільної частини в описах вихідної множини ситуацій. Відбір ознак для узагальнення регулюється за допомогою правил кореляції евристичного типу, що формуються експертами — фахівцями з управління модельованим об'єктом. Таким чином гарантується множина узагальнюючих ситуацій. Надалі ці

ознаки слугують ідентифікаторами класів ситуацій. Кожному відомому з досвіду управління типовому рішенню у відповідність ставиться узагальнений клас ситуацій.

Можлива неповнота первинного опису об'єкта може призвести до відсутності структурної спільності в розгортках понять і в ситуативних структурах з однойменними зв'язками. У цьому разі необхідно доповнити модель, інакше вона функціонуватиме в граничному режимі. Слід зазначити, що питання повноти і несуперечливості описів об'єктів ситуаційного моделювання не розв'язано й досі, а процес виділення вихідної множини понять, зв'язків, правил кореляції значною мірою залишається суб'єктивним.

Опишемо схему функціонування ситуаційної моделі.

$$S_i = \langle s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{im} \rangle, U_i = \langle u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{in} \rangle$$

— множина відповідно ситуацій і рішень.

Необхідно здійснити таке розбиття множини S_i на класи, щоб рішення u_{ij} , яке відповідає зіставленому j -му класу ($j = 1, \dots, n$), задовольняло заданий критерій. Якщо таке розбиття знайдено, то процес розв'язання відбувається таким чином. За ситуацією $s_{iq}(t)$, зафіксованою в момент t , визначається клас u_{kl} , якому співвіднесено $s_{iq}(t)$. Далі застосовується правило трансформації, що відповідає цьому класу і переводить опис об'єкта з однієї ситуації в іншу. Потім $s_{iq}(t+1)$ переводиться в ситуацію $s_{iq}(t+2)$ і так триває доти, доки не буде досягнуто необхідного моменту часу або цільової ситуації. Таким чином, виникає ланка операторів, що перетворює вихідну ситуацію на об'єкті в бажану.

Правило трансформації також має дві частини: роль лівої відіграє узагальнена ситуація, тобто її опис, а роль правої — оператори перетворення ситуацій, що описуються лівою частиною. Багатократне застосування механізму трансформації реалізує в загальному випадку процес екстраполяції ситуацій у результаті реалізації керуючих дій. Множина правил трансформації, що переводять $s_{iq}(t) \rightarrow s_{iq}(t+1)$, визначають правила екстраполяції

$$P_a = \langle p_{t1}, p_{t2}, \dots, p_{tn} \rangle.$$

Висновки

Аналіз методу ситуаційного моделювання в телекомунікаційних мережах показав, що принципи, які становлять основу

методу, можуть забезпечити створення моделей об'єкта управління. Мова дискретних ситуаційних мереж є зручним засобом для постановки завдань управління і виявлення законів функціонування. Елементами цього рівня мови є множина ситуацій, що фіксуються і породжуються на першому рівні; правила узагальнення і виникнення похідних понять, зв'язків, ситуацій.

В основу механізму узагальнення і класифікації ситуацій покладено процедуру формального порівняння текстів ситуацій і виділення в них спільних частин. Семантична близькість між поняттями виявляється в існуванні спільних частин, що є підставою для віднесення узагальнених ситуацій до нових класів. У загальному випадку побудова структури базується на правилах кореляції, узагальнення, трансформації та екстраполяції.

Правила кореляції можуть бути універсальними в певному численні, наприклад численні часу чи оцінок, або евристичними, справедливими лише в певній наочній області. Область визначення наочних змінних предикативної частини універсальних правил кореляції задається проблемною орієнтацією завдання управління і метою управління. Процедура узагальнення основна для побудови ситуацій-рішень.

Література

1. Беркман, Л. Н. Концепция построения системы управления интеллектуальной сетью // Харьков-Туапсе: III Междунар. конф. «Теория и техника передачи, приема и обработки информации». — 1997. — С. 28–30.
2. Моделирование информационных систем: учебник / В. С. Щеклеин. — Ульяновск: УлГТУ, 2002. — 46 с.
3. Стеклов, В. К. Моделирование устройств та систем зв'язку: навч. посібник / В. К. Стеклов, В. В. Мірошніков, І. А. Кожин; за ред. В. К. Стеклова. — К.: ДП УНДІЗ, 2000. — 74 с.
4. Беркман, Л. Н. Производительность управляющих устройств / Л. Н. Беркман // Тр. VI Междунар. науч.-техн. конф. по телекоммуникациям. — Одеса: 15-17 червня 1999 р. — С. 12–16.
5. Підходи до ситуаційного управління телекомунікаційними мережами / [В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман, Л. В. Рудик, О. С. Стец] // Зв'язок. — 2005. — №1. — С. 47–57.

Рецензент: доктор техн. наук, професор Л. Н. Беркман, Державний університет телекомунікацій, Київ.

Л. П. Крючкова, І. І. Борисенко, Т. В. Уварова

МЕТОД СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ В ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Рассмотрен метод ситуационного управления, который является одним из перспективных направлений в телекоммуникациях и позволяет использовать содержательные сведения о конкретных ситуациях и отражать реальную динамику процессов функционирования систем. Научное направление, сыгравшее значительную роль в становлении метода ситуационного управления, касается создания информационно-поисковых языков и систем. Принципы, составляющие основу данного метода, обеспечивают возможность построения моделей, способных к совершенствованию функций принятия решений и адаптации в изменяемых условиях работы объекта управления.

Ключевые слова: метод ситуационного управления; дискретные ситуационные сети.

L. P. Kryuchkova, I. I. Borysenko, T. V. Uvarova

METHOD SITUATIONAL MANAGEMENT IN TELECOMMUNICATION NETWORKS

In the article the method of situational management, which is one of the promising directions in telecommunications and allows meaningful information specific situation and reflect the real dynamics of the functioning systems. Scientific direction that played a significant role in the development of situational management method. Is the problem of creating information retrieval languages and systems. The principles that form the basis of the method provides the ability to create models capable of improving decision-making functions, to adapt to the facility management of that change.

Keywords: situational control method; discrete situational network