

УДК 004.65

Л. П. КРЮЧКОВА, канд. техн. наук, професор;

І. І. БОРИСЕНКО, канд. техн. наук, доцент,

Державний університет телекомунікацій, Київ

Застосування ситуаційного моделювання в управлінні технічними системами

Розглянуто питання доцільності застосування ситуаційного моделювання в управлінні технічними системами. Запропоновано здійснювати опис тієї чи іншої ситуації щодо поведінки системи з урахуванням тенденцій змінювання досліджуваних параметрів. Такий підхід сприяє підвищенню обґрунтованості управлінських рішень та прискоренню їх ухвалення.

Ключові слова: ситуаційне моделювання; ситуаційна обізнаність; управління технічними системами.

Вступ

Динамічний розвиток сучасних інфокомунікаційних технологій забезпечує появу ефективних систем управління телекомунікаційними мережами. Загалом керування будь-якими об'єктами потребує ухвалення рішень, спрямованих на досягнення певних управлінських цілей [1]. Складність сучасних об'єктів управління унеможливує їх строгий опис за допомогою відомих аналітичних, логіко-евристичних та інтелектуальних методів, зорієнтованих на суто формалізовані системи.

Ситуаційне управління — найбільш перспективний метод розв'язання завдань із керування функціональними станами технічної системи (ТС) у реальному масштабі часу. Цей метод дає змогу ухвалювати рішення на основі порівняння поточної ситуації із заданим набором можливих керуючих впливів згідно із ситуацією, що склалася в даний момент.

При цьому проблема вибору керуючих впливів зводиться до адекватного оцінювання стану об'єкта та навколишнього середовища із віднесенням наявної ситуації до одного з типових класів і вибором такого управління (із певного набору альтернатив), що дає змогу досягти поставленої мети управління — створення необхідної цільової ситуації.

Основна частина

Проблеми, які постають при розв'язанні завдань ситуаційного управління станами ТС, зумовлюються передусім наявністю суперечності між початковою потребою у відповідних ситуаційних моделях предметної області та складністю й високою вартістю їх створення, коли до того ж бракує впевненості в своєчасному отриманні очікуваного результату. Ця проблема має фундаментальний характер, оскільки виконання завдань структуризації та формалізації предметної області стикається із суб'єктивними та об'єктивними труднощами в пошуку компромісів між універсальністю розроблених методів моделювання та їх конкретною результативністю. Для подолання цих труднощів

необхідна розробка спеціальних методів та інженерних методик формування, систематизації, структуризації та оцінювання знань про правила управління станами й процесами функціонування ТС, застосування яких дозволить підвищити ефективність ухвалення управлінських рішень.

Технічна система розглядається як скінченна множина визначених у певний спосіб взаємозв'язаних матеріальних об'єктів (елементів або частин системи), що взаємодіють між собою та поєднані в одній конструкції (локальному просторі, корпусі), яку розроблено для задоволення потреб користувачів.

Зміни функціональних станів ТС визначаються за допомогою цілеспрямованих керуючих впливів на функціональні елементи (частини) конструкції цієї системи, що мають на меті дослідження та вдосконалення таких елементів.

Побудова технічної системи завжди передбачає можливість семантичного і/або параметричного опису реакцій її функціональних елементів (частин) на керуючі впливи в разі штатних умов експлуатації, коли йдеться про детерміновані послідовності причинно-наслідкових змін станів зазначених елементів зі ступенем деталізації, достатнім для ухвалення однозначних рішень щодо управління функціональними станами даної системи.

За такого підходу поняття **ситуації** виступає як вихідне базове поняття. При цьому побудова множини ситуацій, можливих у системі управління, розглядається як початковий конструктивний крок з розробки зазначеної системи, що його мають виконувати розробники на основі своїх знань і досвіду, згідно з власним розумінням цілей і умов функціонування системи. Сьогодні ситуаційний підхід активно розвивається в різних сферах, спираючись на відповідну методологічну базу.

Тлумачення терміна «ситуація» подається в рамках програми ситуаційного підходу до управління складними системами, що передбачає, зокрема, послідовне перетворення ситуації внаслідок ухвалення та реалізації певного управлінського рішення.

© Л. П. Крючкова, І. І. Борисенко, 2017

Якщо стосовно поточної ситуації $s(t)$ ухвалюється певне рішення, то відбувається перехід до ситуації $s(t + 1)$. Кількість ситуацій, можливих при управлінні складними системами, завжди велика, тому важливо забезпечити адекватне розбиття всіх таких ситуацій на групи. Теорія ситуаційного управління пропонує два способи здійснюваного при цьому аналізу.

Перший спосіб базується на тому, що між кількістю R допустимих рішень і кількістю S станів рівня виконується співвідношення $|S| \gg |R|$, причому для аналогічних ситуацій можливі однакові рішення. Отже, достатньо розбити множину ситуацій на групи за певною класифікаційною ознакою, коли є змога застосувати до даної ситуації конкретне рішення, тоді як завдання з ухвалення рішень зводиться до узагальнення (структурування) наявних ситуацій. Зрештою визначається клас, якому належить поточна ситуація, а далі здійснюється вибір команди управління, що відповідає цьому класу. У результаті ситуація $s(t)$ перетворюється на ситуацію $s(t + 1)$ (рис. 1).

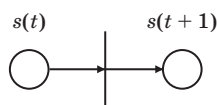


Рис. 1. Механізм зміни станів у ситуаційному управлінні

Класифікація ситуацій має ієрархічний характер, оскільки в процесі узагальнення та класифікації ситуацій виникає природна ієрархія, яка передбачає входження одних класів в інші. Викремлюються дві базові класифікаційні ознаки — за характерними ознаками і за структурами.

Узагальнення можливе на різних етапах управління, а тому вихідні та узагальнені описи ситуацій утворюють ієрархічну структуру, кожний рівень (шар) якої включає в себе описи, отримані з вихідних описів за допомогою процедур узагальнення.

Деяко інший підхід до визначення поняття «ситуація» існує при управлінні технічними системами (рис. 2), коли принципове значення мають такі поняття:

- **обстановка** — усі внутрішні і зовнішні явища, які не можна віднести до сфери управління;
- **подія** — будь-яка зміна обстановки.

Зміна обстановки передбачає її перехід від одного класу до іншого. Визначальним фактором такої зміни виступає необхідність ухвалення певного рішення. Так, якщо при переході обстановки від ситуації A до ситуації B або навпаки доводиться ухвалювати рішення про подальше управління, то ситуації A і B належать різним класам ситуацій.

Кожну подію можна в такому разі позиціонувати як процес ухвалення рішення;

- **рішення** — це, з теоретичного погляду, вибір умовних завдань, цілей, програм чи законів управління.

Систему управління можна подати як сукупність деяких елементарних блоків, що залежно від обстановки зазнають поєднання в різних комбінаціях. Зрештою поєднання таких блоків (елементарних систем) і являє собою певне рішення.

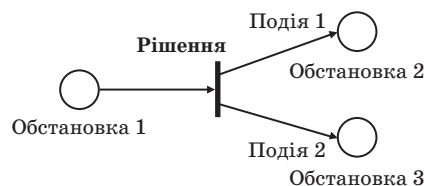


Рис. 2. Ситуаційне управління технічними системами

Згідно з цим підходом ситуація задається як сукупність класу, що його визначає певна обстановка, і ухваленого рішення. Тоді класифікацію ситуації доцільно розглядати як класифікацію її складових.

Зауважимо, що сучасний рівень обчислювальної техніки дозволяє успішно реалізувати концепцію ситуаційного управління, причому доцільність такого підходу підтверджується активним розвитком напрямку, відомого як **ситуаційна обізнаність**. Роль її в процесі ухвалення рішень унаочнює рис. 3.



Рис. 3. Місце ситуаційної обізнаності в процесі ухвалення рішення

Стан щодо ситуаційної обізнаності досягається в результаті аналізу і оцінювання ситуації, включаючи в себе знання стосовно навколишньої обстановки (рівень 1); усвідомлення значення і ступеня важливості ситуації (рівень 2); уявлення про сценарій можливого її розвитку (рівень 3).

З огляду на обмеженість кількості різноманітних впливів множина всіх повних прогнозованих ситуацій поділяється на n класів, кожному з яких відповідатиме один з можливих впливів на об'єкт керування. Мають існувати такі процедури класифікації, які дозволили б класифікувати повні ситуації в такий спосіб, щоб із них можна було сформулювати стільки класів, скільки різних однокрокових рішень має в розпорядженні система управління.

Якщо для деякої повної ситуації через недостатнє знання стосовно досліджуваного об'єкта

та впливів на нього неможливо вказати єдине однокрокове рішення, є сенс включити цю ситуацію в кілька класів. Утім унаслідок перетину взятих класів постає завдання вибору того чи іншого рішення з усіх можливих для даної повної ситуації. Для здійснення такого вибору потрібно залучити спеціальні процедури екстраполяції наслідків ухвалення кожного рішення. За допомогою зазначених процедур можна на підставі знань про об'єкт управління і його функціонування заздалегідь оцінити результати застосування обраного впливу, порівнявши отримані прогнози для всіх можливих стосовно даної повної ситуації впливів.

Загальну схему розв'язання задачі управління ілюструє рис. 4.

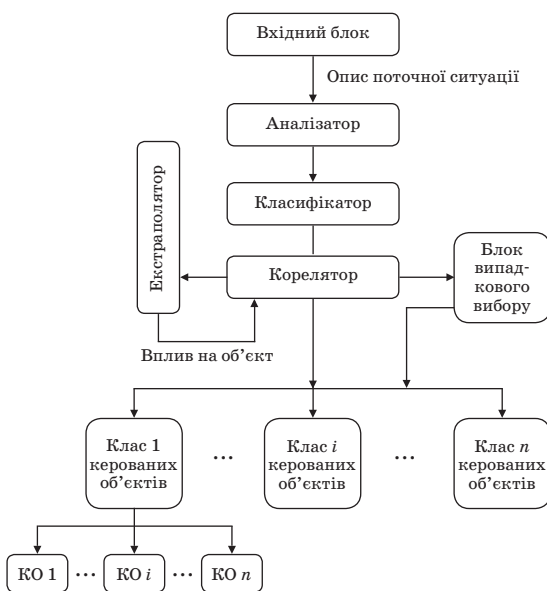


Рис. 4. Загальна схема розв'язання задачі управління щодо наявних керованих об'єктів (КО)

Призначення *вхідного блока* — перетворити дані в загальноприйнятій моделі опису ситуації і передати цю модель на вхід *аналізатора*, завдання якого — оцінити поточну ситуацію, з'ясувавши, чи є необхідність втручання системи управління в процес, що відбувається в об'єкті управління. Якщо поточна ситуація не вимагає такого втручання, то аналізатор не передає її на подальшу обробку. У протилежному випадку опис поточної ситуації надходить до *класифікатора*. Використовуючи інформацію, яка зберігається в ньому, класифікатор відносить поточну ситуацію до одного або кількох класів. Чим більша кількість можливих ситуацій і чим менша кількість допустимих однокрокових рішень, тим вища ефективність системи управління.

До складу загальної схеми розв'язання задачі управління додатково включено елементи N класів, за допомогою яких можна генерувати команди на певному рівні для керованих об'єктів, забезпечуючи мережоцентричне управління.

Події, щодо яких невідомо, де або коли вони можуть відбутися, включаються до класу *непередбачуваних*. Події, про які нам напевне відомо, коли і де вони відбудуться, відносимо до класу *передбачуваних*, а ті, у свою чергу, породжують передбачувану обстановку. Якщо серед групи подій є хоча б одна *непередбачувана*, то всі вони разом можуть призвести до *непередбачуваної* обстановки, у тому числі очікуваної і несподіваної. Очікувана обстановка означає, що на її появу здійснено розрахунок системи управління, а *неочікувана* обстановка — це та, на роботу в якій систему не розраховано.

Розглядуваний ситуаційний підхід має на меті дослідження однієї з груп можливих ситуацій — так званих *критичних ситуацій*. Цей запропонований нами термін відбиває сутність явища, про яке йдеться, а саме: в результаті порушень (відмов, зовнішніх впливів, помилок управління) відбувається така зміна характеристик системи, яка в разі невжиття своєчасних і цілеспрямованих заходів може призвести до небезпечних наслідків.

Варто наголосити, що якісна зміна повної ситуації є результатом зміни певної мікроситуації, переходу її в новий клас.

Ситуаційне управління передбачає побудову ситуаційної моделі процесу управління у вигляді сукупності управлінських ситуацій і їх можливих трансформацій. При цьому розгляд ситуації на макрорівні дає змогу спостерігати перебіг даної ситуації. Що ж до причин спостережуваних змін, то їх доводиться з'ясовувати дослідженням ситуації на мікрорівні.

Отже, розглянуті підходи до розкриття змісту поняття ситуації ґрунтуються на подібних між собою інтуїтивних уявленнях про ситуацію, які, утім, помітно різняться в разі конкретних визначень. По суті, кожне з них розглядає ситуацію як сукупність деяких зовнішніх і внутрішніх умов, в яких функціонує об'єкт управління.

Метод ситуаційного управління потребує створення бази знань про об'єкт управління, його функціонування та способи управління цим об'єктом [3]. Визначення ситуацій, їх класифікація можливі на різних методологічних засадах. Традиційно ситуацію, що складається на об'єкті, розглядають як точку в просторі параметрів, за якими визначається оцінка стану об'єкта. Це призводить до того, що кількість досліджуваних ситуацій стає нескінченною. Отже, необхідно виконати аналіз, аби виявити множину ситуацій, котрі, на думку експерта, найбільш повно відбивають стан об'єкта.

Зауважимо, що здебільшого є сенс контролювати не точне кількісне значення вихідних параметрів, а тенденції їх зміни. Тому перехід до сигнатур зміни вихідних параметрів дозволяє не лише визначити скінченну кількість можливих ситуацій, а й спростити процедуру відповідної класифікації [4].

Елементи набору сигнатур вихідних параметрів $S = (s_1, s_2, \dots, s_j, \dots, s_{2N})$ формуються за правилом:

- для непарних $j = 1, 3, 5, \dots, 2N-1$

$$s_j = \begin{cases} 1, & \text{якщо } p_{(j+1)/2}^t - p_{(j+1)/2}^{t-1} > 0; \\ 0, & \text{якщо } p_{(j+1)/2}^t - p_{(j+1)/2}^{t-1} \leq 0; \end{cases}$$

- для парних $j = 2, 4, 6, \dots, 2N$

$$s_j = \begin{cases} 1, & \text{якщо } p_{j/2}^t - p_{j/2}^{t-1} < 0; \\ 0, & \text{якщо } p_{j/2}^t - p_{j/2}^{t-1} \geq 0. \end{cases}$$

Згідно з цим правилом формується матриця кодів ситуацій, кожний рядок C якої являє собою код, що характеризує досліджувану ситуацію. Щоб забезпечити повноту виявлення ситуацій, елементи матриці визначаються за формулою

$$c_{(ij)_2} = \sum_{i=1}^{2N} \sum_{j=1}^{2N} [c_{ij} + 1_2]_2; \quad c_{11} = 0.$$

Подальша процедура ситуаційного аналізу передбачає класифікацію ситуацій. Для цього згідно з певною метою K множина S поділяється на підмножини S^+, S^-, S^Y так, що S^+ містить позитивні, а S^- — негативні тенденції (сигнатури).

При $S^+ \subset S; S^- \subset S; S^H \subset S$ повинна забезпечуватись умова $S^+ \cap S^- \cap S^H = 0$.

Для кожної ситуації $s_j \in S^+$ експерт визначає коефіцієнт α_j в діапазоні $[0; 1]$ так, що $\sum_{j \in S^+} \alpha_j = 1$.

Аналогічно для кожної $s_j \in S^-$ визначається ваговий коефіцієнт β_j у діапазоні $[0; -1]$ так, що $\sum_{j \in S^-} \beta_j = -1$, причому для кожної $s_j \in S^H$ ваговий коефіцієнт $\gamma_j = 0$.

На основі матриці C кодів і вагових коефіцієнтів $\alpha \vee \beta \vee \gamma$ формуються матриці V у вигляді

$$V(2^{2n}, 2N) \equiv \left[v_{ij} = \alpha_j \vee \beta_j \vee \gamma_j \right]_{\substack{j \in S^+ \\ j \in S^- \\ j \in S^H}}$$

На основі матриці V визначається ранг i -ї ситуації

$$r_i^K = \sum_{j=1}^{2N} v_{ij} \times c_{ij}.$$

Використовуючи значення r_i , усі допустимі ситуації ранжують за ступенем переваги для досягнення мети K .

Ситуаційна модель являє собою матрицю $W(2N, 2^{2N})$, де кожний рядок відображає зміну стану об'єкта, викликану керуючою дією d_m . Елементи матриці W формуються за тим самим правилом, що й елементи матриці C .

У результаті спільного використання матриці кодів і ситуаційної моделі формується множина можливих переходів. Кожний елемент цієї множини відображає очікуваний перехід об'єкта з поточної ситуації в нову ситуацію. При цьому індекс очікуваної ситуації визначається за формулою

$$im = \sum_{j=0}^{2N-1} (w_{mj} \oplus c_{ij}) 2^j.$$

Відповідно ранг r_{im} очікуваного стану дорівнюватиме рангу ситуації, в яку повинен відбутися перехід при дії d_m .

Застосування будь-яких дій у ситуації c_i дозволяє, визначивши множину можливих переходів, здійснювати їх аналіз та вибір допустимих d_m^+ . Для цього з множини H_i^K вибираються допустимі управлінські дії та формується множина альтернативних допустимих управлінських дій:

$$a_i^K = \{d_m^+\}.$$

При цьому d_m^+ визначається з умов:

$$\text{якщо } r_i \leq r_{im}, \text{ то } d_m = d_m^+;$$

$$\text{якщо } r_i > r_{im}, \text{ то } d_m = d_m^-.$$

Із множини допустимих альтернативних дій $d_m^+ \in a_i^K$ обирається найкраща альтернатива

$$a_i^0 = d_m(\max r_{im}).$$

Багаторазове повторення процедури дозволяє сформулювати стратегію досягнення мети:

$$A^K = \{a_i^0\}.$$

Висновки

♦ Запропонована методика використання сигнатурної моделі управління в технічних системах дозволяє застосувати алгоритмічний підхід до визначення повної множини ситуацій, створити базу знань, використання якої сприятиме підвищенню обґрунтованості управлінських рішень та прискоренню їх ухвалення.

♦ Створена сигнатурна ситуаційна модель дозволяє автоматизувати пошук найкращих стратегій управління в системах, для яких передусім слід додержати принципу швидкого реагування.

Список використаної літератури

1. Беркман, Л. Н. Удосконалення процесів управління телекомунікаційними мережами за стандартом *Telecommunications Management Network* / [Л. Н. Беркман, Л. П. Крючкова, І. І. Борисенко, С. А. Федюнін] // *Наук. записки УНДІЗ*. — 2016. — №1(41). — С. 5–13.
2. Поспелов, Д. А. *Ситуационное управление: Теория и практика* / Д. А. Поспелов. — М.: Наука, 1986. — 288 с.
3. Крючкова, Л. П. *Методи ситуаційного управління в телекомунікаційних мережах* / Л. П. Крючкова, І. І. Борисенко, Т. В. Уварова // *Зв'язок*. — 2016. — №1(119). — С. 46–49.
4. Борзенкова, С. Ю. *Управление системой защиты информации на основе сигнатурных моделей* / [С. Ю. Борзенкова, О. В. Чечуга, М. Н. Наседкин, В. А. Селищев] // *Известия ТулГУ. Технические науки*. — 2010. — Вып. 2. — Ч. 2. — С. 200–205.

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

Л. П. Крючкова, И. И. Борисенко

ПРИМЕНЕНИЕ СИТУАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Рассмотрены вопросы целесообразности применения ситуационного моделирования в управлении техническими системами. Предлагается осуществлять описание ситуации с учетом тенденций изменения исследуемых параметров, что способствует повышению обоснованности управленческих решений и скорости их принятия.

Ключевые слова: ситуационное моделирование; ситуационная осведомленность; управление техническими системами.

L. P. Kryuchkova, I. I. Borysenko

APPLICATION SITUATIONAL MODELING IN THE MANAGEMENT OF TECHNICAL SYSTEMS

Questions the appropriateness of situational modeling in the management of technical systems are considered. It is proposed to implement a description of the situation taking into account the parameters of trends, thereby increasing the validity of management decisions and speed their adoption.

Keywords: situational modeling; situational awareness; management of technical systems.

УДК 004.58

В. И. КРАВЧЕНКО, аспирант;

С. И. ОТРОХ, канд. техн. наук, доцент;

А. И. ГОЛУБЕНКО,

Государственный университет телекоммуникаций, Киев

Анализ тенденций развития нейронных процессоров, задействованных в работе современных мобильных устройств, на примере процессора Kirin 970

Вычислительные мощности мобильных устройств с каждым годом возрастают, расширяя возможности углубленного анализа и эффективной обработки информации при помощи индивидуальных гаджетов. В предлагаемой статье рассмотрены перспективы развития мобильной системы искусственного интеллекта на примере первого в мире нейронного процессора с модулем машинного обучения NPU (Neural Processing Unit).

Ключевые слова: NPU; искусственный интеллект; Kirin 970; Huawei.

Введение

Развитие современных мобильных технологий позволяет обрабатывать все большие объемы информации, открывая тем самым пользователю мобильного гаджета (смартфона, планшета, нетбука) новые возможности для обучения, ведения бизнеса или манипуляции с разными видами мультимедийного контента. Отметим также огромный вклад в развитие и модернизацию технических решений гаджетов актуальнейших запросов практики, касающихся жизненно необходимых областей, таких как медицина и научные исследования.

Новые достижения в упомянутых областях непосредственно зависят от качества отображаемой и/или обрабатываемой девайсом информации. Например, благодаря повседневному пользованию гаджетом Smartwatch (от англ. *умные часы*) мировым медицинским институтам и исследовательским центрам стало проще собирать статистику, касающуюся пользователей, имеющих хронические заболевания, для оперативной обработки и дальнейшего изучения соответствующей информации.

Следовательно, для постоянного обновления столь важных данных, как состояние здоровья пользователя Smartwatch, требуется выполнение основных требований к современным гаджетам:

- мгновенная взаимная синхронизация устройств, находящихся на близком расстоянии друг от друга;
- постоянный высокоскоростной анализ и обработка полученной информации;
- длительная работа гаджета (или устройств, взаимодействующих между собой по беспроводным каналам связи).

Каждое из упомянутых требований значительно легче выполнить в отдельности, чем обеспечить главное условие, выдвигаемое к современному мультимедийному девайсу, — корректную работу функционала устройства как единой системы.

Все перечисленные процессы регулируются при помощи мобильного процессора соответствующего устройства. Современные процессоры для мобильных устройств выполняются на базе многих технологий, имея различные характеристики (количество ядер, тактовая частота, энергоэффективность и др.). Однако новейшие технологии

© В. И. Кравченко, С. И. Отрох, А. И. Голубенко, 2017