

СИСТЕМНІ МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОШУКУ ПРОЦЕДУРИ РОЗВ'ЯЗАННЯ КРИЗОВИХ УПРАВЛІНСЬКИХ ЗАДАЧ

Розглянуто системні моделі евристик, як зв'язуючі когнітивні ланцюги в побудові процедур прийняття управлінських рішень для розв'язання задач автоматизованого управління об'єктом в умовах невизначеності.

The system models of heuristics are considered in the article, as relating cognition chains in the construction of procedures of acceptance of administrative decisions for the decision of tasks of the object automation management in the conditions of vagueness.

1. ВСТУП

Сучасний етап розвитку промислових технологій характеризується використанням високоінтелектуальних систем автоматичного управління. Такі системи з n -мірними рівнями ієрархії в m -стратах організаційних структур характеризується великою кількістю каналів і сенсорів збору даних від агрегованих технологічних об'єктів та розгалуженими інформаційно-виконавчими структурами і механізмами, доступ до яких може бути закритий, з ціллю захисту інформації і безпеки функціонування.

При функціонуванні таких систем в нормальному режимі, управління зводиться до стандартних процедур налагодження завдань виробничого плану.

В кризових ситуаціях, при збої технологічних процесів, обриві маршрутів, недостатчі матеріальних і енергетичних ресурсів, необхідно приймати ефективні рішення для забезпечення функціональної стійкості ситуації. Відповідно слід оцінити інформаційні ресурси, структурні компоненти кризової ситуації, як основи формування стратегії виходу з неї відповідно до стратегічних задач функціонування системи. Тобто необхідно сформувати інформаційний образ системи в цільовій області простору станів.

В умовах дії факторів впливу, як на матеріально-енергетичні ресурси, так і на інформаційні системи, відбуваються технологічні збої і дезорієнтація інформаційно-управляючих комплексів, при цьому опе-

¹ Українська академія друкарства

² Національний університет „Львівська політехніка”

раторові складно верифікувати причини збоїв і аварійних ситуацій [1–6].

Тому в момент виявлення неполадок, необхідно мобілізувати інтелектуальний потенціал оператора, керівників оперативно–управлінських команд для ідентифікації причин збоїв і передаварійних ситуацій використовуючи наступні знання і методи:

- аналіз структури системи на ієрархічному рівні і режимів функціонування з ціллю виявлення розриву структурних зв'язків;
- аналіз динаміки процесів, виходячи зі сценаріїв подій в просторі стану об'єкта для виявлення відхилень траєкторій;
- аналіз логіки дій, виходячи з чіткої послідовності виконання планів і команд згідно стратегій управління.

2. АНАЛІЗ ЗНАНЬ, НЕОБХІДНИХ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РІШЕНЬ НА ВИЯВЛЕННЯ КРИТИЧНИХ І АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ В АСУ

Знання про проблемне середовище відображає розуміння цілеспрямованою (інтелектуальною) системою глобальні властивості простору пошуку рішення та його логічну структуру на основі семантики, яка покладена в процедуру формування бази знань. Виходячи з того, що логічна структура декларативних представлень є конструктивною, вважаємо що декларативні представлення розділяють структурні і семантичні знання [5].

Виходячи з характеру і способу задання механізму управління декларативні представлення ефективні в метризованих просторах пошуку рішень, а семантичні знання при цьому виражені в числовому або логічному вигляді [3]. Основою опису об'єктів і відношень між ними є множина логічних тверджень і загальних правил виводу, які утворюють структуру бази знань, орієнтовану на розв'язання задач визначеної предметної області ІАСУ.

Структурні відношення в базах знань ґрунтуються на класах моделей логічних зв'язків, кванторних логічних операціях та процедурах і правилах побудови висновків [1–3].

Декларативне представлення евристичного пошуку шляху розв'язання проблемних цілеорієнтованих задач ґрунтується на когнітивних моделях цільової поведінки.

Задачі евристичного пошуку моделі розв'язання задачі полягає в наступному:

- задаємося моделлю простору станів для опису ситуацій в предметній області;

- задана початкова ситуація відносно стану об'єкта дослідження у вигляді $s_o \in S$;
- задана (означена) цільова ситуація відносно стану об'єкта і визначена конструктивна можливість його досягнення $T \subseteq S$;
- задана структурна модель ієрархічної системи;
- задана модель декомпозиції структури системи та інформаційних і транспортних маршрутів;
- задано класи можливих стратегій реалізації цільових завдань;
- задана система ресурсних і термінальних обмежень при формуванні рішень;
- задана множина операторів, які перетворюють одну ситуацію в другу та зміну станів об'єкта $\{f_i\} \subset F : s_f \subset S, f_i : s_i \rightarrow s_{i+1}$;

необхідно знайти послідовність операторів переходу з початкового в кінцевий стан та оцінити їх реалізованість (ефективність) на основі системи обмежень.

Процес розв'язання задачі ґрунтується на побудові послідовності (скінченій) логіко-математичних операторів у вигляді:

$$\exists (f_1, f_2, \dots, f_n) \in F, f_1 \circ f_2 \circ \dots \circ f_n \in F;$$

$$\left[S \in S_f, s_o \in S_o \right] : f_1 \circ f_2 \circ \dots \circ f_n (s_o) \in T;$$

для яких справедливо:

$$f_n(\dots(f_2(f_1(s_o))\dots)) \in T \equiv s \in S_{f_1}, \dots, f_1(s) \in$$

$$\in S_{f_2}, \dots, f_n(\dots(f_2(f_1(s_o))\dots)) \in S_{f_{n-1}}.$$

Виходячи з цього положення можна сформулювати два основних підходи до розв'язання задач евристичного пошуку схеми (плану) дій:

- продукційні системи, що використовують представлення ситуацій в просторі станів;
- редуційних системах, які зводять процес розв'язання задач на процедури розв'язання систем підзадач на основі їх структурної декомпозиції.

3. ПРЕДСТАВЛЕННЯ ПРОЦЕСУ РІШЕННЯ ЗАДАЧІ В ПРОСТОРІ СТАНІВ

В системі продукцій процес розв'язання проблемної цілеорієнтованої ситуації можна представити через простір пошуку стратегії розв'язання (рішення) задачі, яка сформульована на її основі, у вигляді локально-скінченного графу (направленого, орієнтованого в просторі станів) $G=(X, \Gamma)$ – де $X=\{x_0, x_1, \dots, x_n\}$ – множина вершин графа.

Кожна з вершин пов'язана з відповідною областю простору станів і визначає локальну ситуацію:

$$s_i \in S, E = \{(x_i/x_j) | x_i, x_j \in X, x_j \in \Gamma(x_i)\},$$

де s_i – область в області станів, $s_i \in S$, $x_i \in S_i$; E – множина дуг

$$\left\{ x_i \rightarrow x_j \left| \begin{array}{l} n-1, n \\ i=0, j=1 \end{array} \right. \right\}.$$

A_k : акт зміни стану по дузі $l_{k,k+1}$.

$$A_k(l_{k,k+1} : x_k \rightarrow x_{k+1} | x_k \in S_k, x_{k+1} \in S_{k+1}).$$

Шлях в графі G , як процес пошуку евристичного розв'язання задачі в просторі станів, є послідовність операторів $\{A_k\}$, що перетворюють початковий стан в кінцевий, та зводиться до задачі пошуку траєкторії μ на графі G через відповідні зміни станів:

$$trak(\mu) = \left\{ x_0, x_1, \dots, x_k \left| \begin{array}{l} A_m \\ m=1 \end{array} \right. \right\}.$$

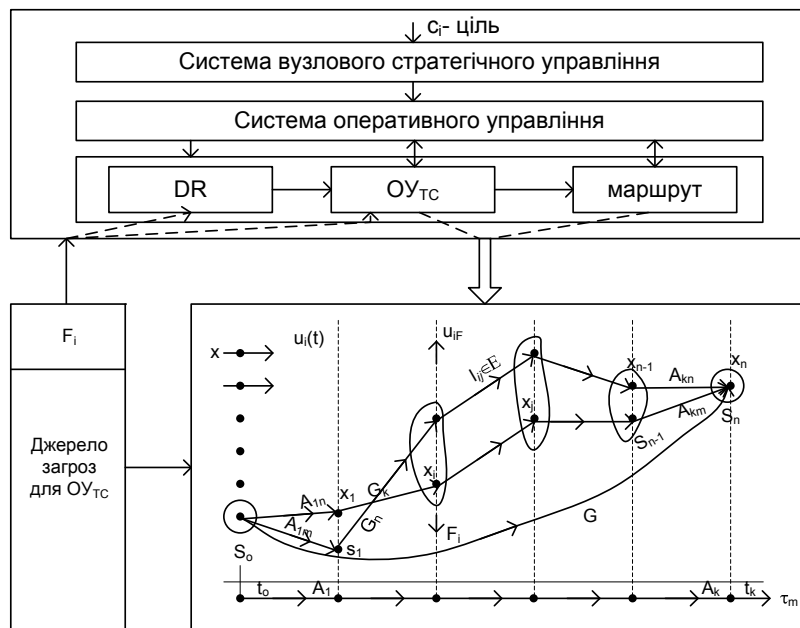


Рис. 1. Граф траєкторії руху системи в цільову область

Для локально-скінченного графа $G = (X, \Gamma(x_i) \Big|_{i=1}^m), \mu)$ множина операторів дає всі дочірні вершини відносно кінцевої. При цьому механізм генерації операторів дій $\{A_{i=0}^{i=k} | x_i, x_j, x_j \in \Gamma(x_i)\}$ має будувати в явній формі підграф (з шляхом $\mu(x_0, x_k)$) G_k неявно неявно задано-го графа G , що утримує хоч одну вершину x_k :

$G: x_0 \rightarrow x_k$ – неявно означене існування;

$G_k: (x_0 \rightarrow x_1 \rightarrow x_2 \dots x_{k-1} \rightarrow x_k)$ – знайдений підграф.

Представлення простору пошуку рішення у вигляді графу $G_k \subset G$ забезпечує генерацію шляху від початку до кінцевого стану, у випадку коли цільовий стан заданий можна шукати шлях зворотного графу від вершини $(x_k \rightarrow x_0)$ до початкового стану, що забезпечує побудову процедури двонаправленого пошуку рішення задачі на структурованому графі на основі переходів:

$$\Gamma^{-1}(x_j) = \{x_i / x_i, x_j \in X, x_j \in \Gamma(x_i)\}.$$

4. ПРЕДСТАВЛЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ В СИСТЕМІ РЕДУКЦІЙ

Якщо розв'язання задач в системі продукцій зводиться до процесу пошуку шляху досягнення цільового стану з початкового, то основною ідеєю редукційної системи синтезу стратегій розв'язання задач є пошук доведення того факту, що логічна схема рішення задачі виводиться з рішення сукупності підзадач для яких є локальні схеми розв'язання на основі альтернативних класів локальних стратегій.

При цьому вибрані схеми доводять що:

- задача має скінчене рішення в структурі набору підзадач;
- задача (нерозрешима) нерозв'язувана цим методом.
- Логічна очевидність схем рішення підзадач ґрунтується на наступних положеннях:
 - підзадача носить структуру відповідної аксіоми;
 - підзадача є правильно побудованою формулою;
 - підзадача розв'язується в системі продукцій за один крок оператором перетворення;
 - підзадача входить в систему наборів відомих рішень,
 - редукція виступає як процес розбиття задачі пошуку рішення (шляху) в просторі станів на основі його локального розбиття та визначення операторів переходів в просторі описів на множині підзадач.

Процес розв'язання задачі в системі редукції зводиться до знаходження множин альтернативних класів підзадач, кожна з яких дає модель загальної задачі, або дає знову підклас підзадач які створюють ланцюг кінцевої моделі процедури розв'язання цільової задачі або доведено неможливість скінченного розв'язку [4]. Редукція тоді виступає як процес розбиття задачі пошуку рішення шляху (ланцюгу) в просторі станів на підзадачі локального пошуку і процедури їх композиції в дерево (граф) пошуку в просторі опису множини розв'язуваних класів підзадач [1–5].

Простір опису множини підзадач представляється у вигляді спеціального направленного графу, збудованого на основі пропозиціональної логіки ((\wedge)/або(\vee)), з кожною вершиною якого пов'язаний опис локальної підзадачі, а дуги графу відповідають операторам зведення задачі до підзадач.

В графі виділяються два типи вершин:

– кон'юнктивні типу (\wedge , | &, $\dot{\vee}$), що інтерпретують процес, щоб розв'язати задачу, необхідно розв'язати всі підзадачі, тобто побудувати набір $\{Alg R_i (PZ_i)_{i=1}^m\}$.

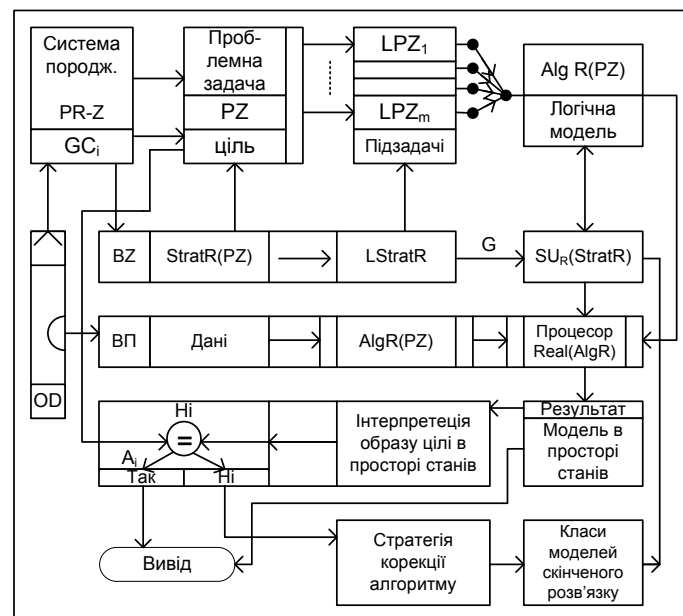


Рис. 2. Структурна схема побудови процедури розв'язання задачі

- підзадача розв’язується ланцюгом (графом) кроків с системі про- дукцій;
- підзадача розв’язується в класі моделей аналогій;
- редукція розглядається як процес розбиття задачі пошуку рішаю- чого шляху (графа) в просторі станів на підзадачі пошуку локального гра- фа розв’язку з подальшою декомпозицією в складний скінчений паралел- ьно-послідовний цільовий граф моделі процедури розв’язання проблем- ної цілеорієнтованої задачі.

Наведемо модель пропозиціонального графу процесу ходу розв’язання задачі в просторі станів на розбитті термінальних циклів $(s_i, t_i) \in (\Pi_z \times T)$;

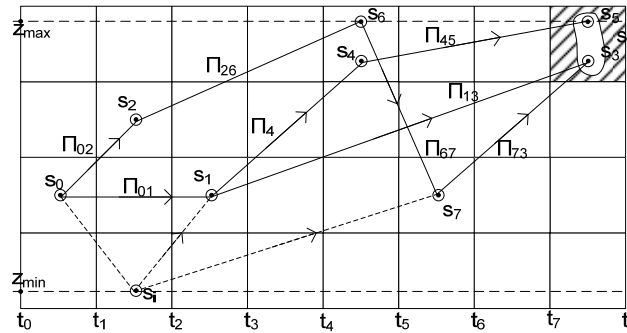


Рис. 3. Модель термінального графу

Модель термінального графу який описує шляхи руху до цілі на термінальних циклах $T_{ij} = \{t_i |_{i=1}^8\}$ реального часового інтервалу від початкового стану до цільового і для якого виконуються правила при формуванні булевських функцій представлення графа:

$$S_I = \bigwedge_{i=1}^k S_i; \quad S_j = \bigvee_{j=1}^m S_j; \quad S_k = S_n \vee S_m,$$

де S_I – кон’юнктивна вершина, S_j – диз’юнктивна вершина, $S_k = S_n \vee S_m = I$ – кінцева вершина для якої булевська функція тотожно істинна, що характеризує скінченність розв’язку задачі.

Шляховий граф будується на основі імплікацій [3,4]:

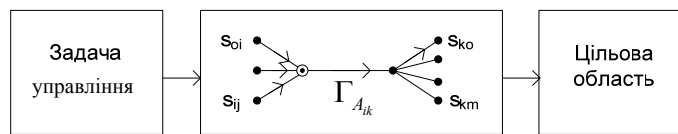
$$S_I = \bigwedge_{i=1}^k S_i \rightarrow S, \quad S - \text{кон’юнктивна вершина};$$

$(S_1, \dots, S_n) \rightarrow (S_1 \rightarrow S_n) \equiv (S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow \dots \rightarrow S_{n-1} \rightarrow S_n)$ послідовність імплікацій;

$G_{ij} = (S_i \rightarrow t_j \mid_{i=1, k}^{j=1, m})$ – підграф пропозиціонального графу

розв'язку задачі на множині вершин $(s_i, t_i) \in G$, $s_i \in S$, $t_i \in T$;

Розв'язок задачі в системі редукцій зводиться до пошуку рішачого графу вихідного пропозиціонального графу, прогляд якого від кінця по початку (ціль – стан) вимагає попереднього задання простору станів і задає множину локальних підзадач, які необхідно розв'язати, щоб одержати процедуру повного розв'язку цільової задачі (на сукупності диз'юнктивних вершин альтернативних підзадач). Процедура розв'язання ґрунтується на генераторі Γ операцій пошуку графу ($\Gamma = \{\Gamma_{A_{ij}} \mid_{i,j=1}^m\}$), тобто логічних дій, який генерує для даної вершини дочірні вершини і вказує кон'юнктивну бульову функцію, я сам оператор визначає альтернативні сукупності підзадач для переходу до диз'юнктивної вершини.



Продукційне представлення пропозиціонального графу в контекстно-вільній граматиці має вигляд:

$$G = \{(a, b), \{A, S\}, S, P\};$$

де A – проміжний стан, S – початковий стан, a, b – символи граматики,

P – множина продукцій для якої маємо:

$$P = \{P_1, \dots, P_m\}$$

тобто:

$$P_1: S \rightarrow aAS; P_2: S \rightarrow a; P_3: A \rightarrow Sba; P_4: A \rightarrow ba; P_5: A \rightarrow SS;$$

де $(P_i \mid_{i=1}^m)$ визначає порядок генерації вершин.

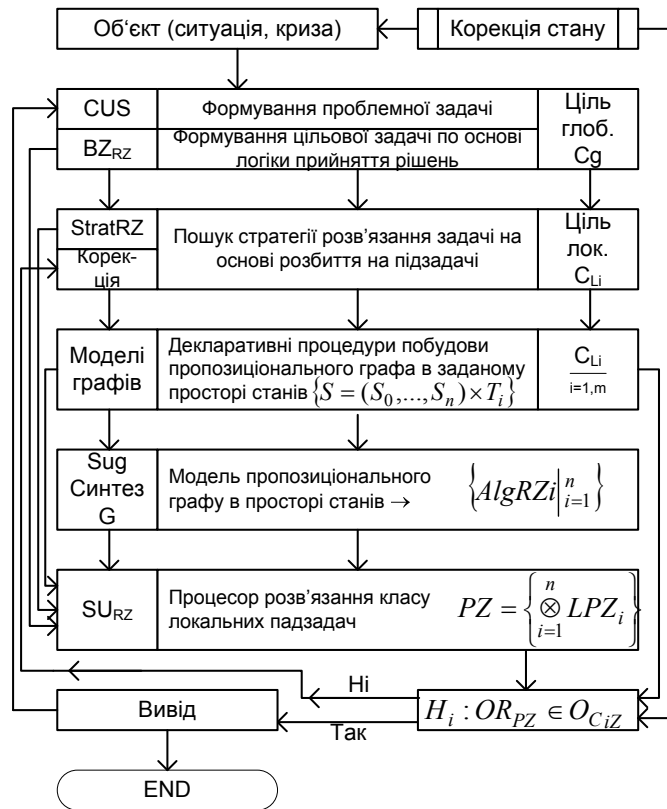


Рис. 4. Структурна модель декларативної процедури розв'язку проблемної задачі

Розв'язуючий граф в пропозиціональному графі відповідає дереву виводу твердження про стан об'єкта в контекстно-вільній граматиці, а пошук графа відповідає процедурі виводу (дерева виводу).

Теоретико-графічна модель дозволяє формалізацію простору множини підзадач в декларативному представленні на основі бази знань розв'язків задач по аналогії, виходячи з впорядкованих математичних теорій: множин, алгебри, графів, топології, дискретних структур, алгоритмів. Що відноситься до логіки формуванні цілей та операторів дій визначених на вершинах графів, враховуємо що задані скінченні класи логічних і функціональних операторів, які дозволяють на кожному кроці породжувати множину вершин. Теоретико-графова модель сама не є повною щодо декларативної процедури систематичного рішення в загальному вигляді проблемної задачі розбиття цільо-

вої проблемної задачі на скінчену множину підзадач, локальний розв'язок яких дає повний розв'язок задачі реалізації мети (рис. 4).

Структурна модель декларативної процедури розв'язку задачі включає: евристики формування моделі проблемної задачі виходу з кризи агрегованого об'єкта управління на основі виявлення факторів впливу з нечіткою структурою; евристики переходу від проблемної задачі до цільової з визначенням границь цільової області (параметричні); евристики пошуку стратегій розв'язання задачі цільового управління, як протидії факторам впливу, на основі декомпозиції задачі в множину підзадач; системно-евристичний перехід від стратегії досягнення цілі до структури здатної розв'язати проблемну задачу; системні концепції побудови дерева рішень (графу переходів) та декомпозиція його в плани і команди управління; побудова інформаційної технології оцінки ситуації, виділення семантики і евристики як основи процедури класифікації образів ситуацій; синтез алгоритмів і процесорів розв'язання задачі на основі чіткої логіки; формування структури системи управління.

5. ВИСНОВКИ

На основі наведених схем евристик та логічних моделей процедур розв'язання задач обґрунтовано нові підходи до формування стратегій управління агрегованими технологічними об'єктами в умовах підвищеного ризику.

1. Акофф Р., Эмери Ф. *О целеустремленных системах*. – М.: Радио и связь, 1974. – 272 с. 2. Павлов В. В. *Системы "человек-машина": Пробл. и синтез* / В.В.Павлов. – К.: Вища школа, 1987. – 53 с. 3. Шенк Р. *Обработка концепту-альной информации*. – М.: Энергия, – 1980 – 361с. 4. Новосельцев В. Н. *Теория управления и биосистемы*. – М.: Наука, 1978. – 320 с. 5. Орбан-Лембрик Л.С. *Психология управления* – К.: Академ. видав., 2003. – 568 с.