

УДК 683.03

Р.В. Зінько

Національний університет «Львівська політехніка»

МОРФОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Пропонується замість феноменологічного опису методів і створюваних за їх допомогою продуктів застосовувати формальний апарат сучасної математики – теорію графів. Запропонована формула дозволяє реалізувати такий перехід. Дана її інтерпретація.

Ключові слова: морфологічне середовище, граф, елементарні частинки знань, матриці інценденцій і суміщень.

Вступ. В сучасних умовах розвитку виробничих відносин створення нових зразків техніки і модернізації існуючих зразків вимагає іншого, більш ефективнішого підходу до їх проектування та виготовлення. Ефективний підхід на стадії проектування дозволить суттєво покращити характеристики виробу, заощадити матеріальні та енергетичні ресурси.

Сучасні технології проектування та виробництва нових зразків техніки і модернізації існуючих зразків в цілому забезпечують вимоги виробництва. Вони базуються на типових методах моделювання, оптимізації та виготовлення, які є ефективними для стандартних машин та агрегатів загального машинобудування. У випадку створення нетипових виробів або нових оригінальних продуктів ефективність таких методів різко зменшується. До того ж на сьогодні відсутня методологія формування самих методів і визначення їх ефективності для конкретно заданої задачі створення нового зразка.

Розробка методології формування методів створення і проектування нових зразків машин та іншої техніки і модернізації існуючих зразків залишається важливим завданням для машинобудівної промисловості України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомі методи для створення, проектування та випробовування нових зразків машин, їх агрегатів та механізмів і модернізації існуючих зразків відзначаються різноманіттям підходів до розв'язку поставлених задач. В багатьох роботах [1-4] є спроба проведення класифікації та систематизації, але загального аналізу, виділення основних складових, визначення необхідності та достатності цих складових дослідники не проводять.

Мета дослідження. Застосовувати замість феноменологічного опису методів і створюваних за їх допомогою продуктів формальний апарат сучасної математики – теорію графів. Запропонувати формулу, що дозволяє реалізувати такий перехід.

Результати дослідження. Для розуміння процесів створення нових ідей необхідно знати розуміти особливості мишлення людини та враховувати структуру знань та інформації під час процесу створення. Проблемами структуризації знань займається науковий напрямок: методологія [5]. Зараз домінує системний підхід при аналізі теоретичних знань [6]. Як завжди, нові знання формуються у вигляді теорії, що містить складові: основу, ядро і відображення [7]. Ці складові мають підсистеми або множини знань, що забезпечують різні аспекти взаємодії між собою: загальні закони, правила, аксіоми, способи функціонування нових ідей теорії, меж їх застосування. Тобто існує середовище в якому знаходяться множини знань, які впорядковано за своїм змістом і мають визначені взаємозв'язки між собою (рис. 1).

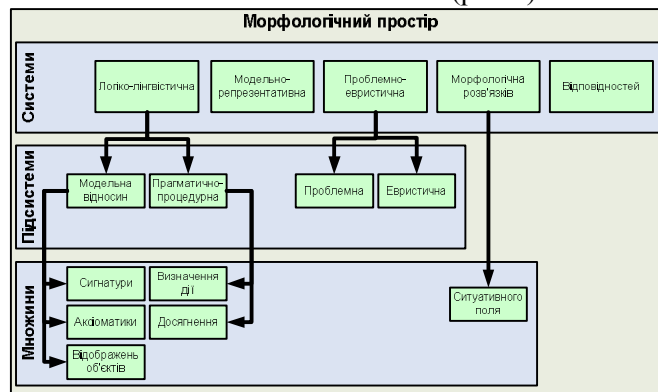


Рис. 1. Ієрархічна структура МС

Ця взаємодія здійснюється за певними правилами, що враховують особливості структури знань [8-10].

Зовнішній світ визначається як $\{^3\Omega, ^3\Sigma, ^3U\}$, де $^3\Omega$ - множина об'єктів зовнішнього світу; $^3\Sigma$ - сигнатура (перелік відношень і місцезнаходження об'єктів; 3U - аксіоматика, задана на множинах $^3\Omega, ^3\Sigma$.

Об'єкти зовнішнього світу (багатомірна інформація ззовні) завдяки рецепції відображаються в морфологічному середовищі (МС) на множину Ω (рис.2).

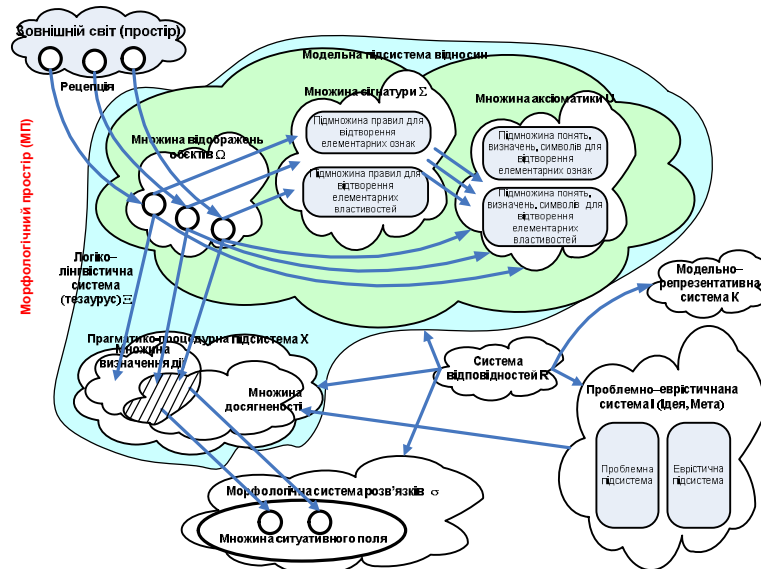


Рис. 2. Взаємозв'язки складових МС

При цьому формується модельна підсистема відносин (МПВ) або положення (знаходження, місце) об'єктів в МС. МПВ містить саму множину відображень об'єктів (МВО), її сигнатуру Σ та аксіоматику U . Сигнатура Σ – група правил, що встановлюють процедуру порівняння. Сигнатура містить множини правил для відтворення елементарних ознак і властивостей, наборами правил побудови виразів з елементів, що входять в алфавіти. Аксіоматика (словник) U – фундаментальні поняття, що характеризують властивості об'єктів.

Логіко-лінгвістична система або тезаурус Ξ містить МПВ і прагматично-процедурну підсистему X (ППП). У прагматико-процедурній підсистемі представлені різні перетворення, операції і дії з компонентами зі всіх основних підсистем теорії, а також процедури і правила виконання цих дій.

Модельно-репрезентативна підсистема K відображає область досліджуваної реальності за допомогою концептуальних моделей. З її допомогою явища і об'єкти представлені своїми моделями, які співвідносяться з різними рівнями ієрархії усередині цієї підсистеми. Можна виділити рівні: 1) експериментальних моделей (що містить інформацію про об'єкти, яка отримана без використання МС); 2) повних моделей (при описі яких використовується концептуальний апарат МС); 3) власних моделей МС (для яких виконуються закони МС); 4) обмежень, представлених особливою підмножиною безлічі повних моделей.

Основна функція проблемно-евристичної підсистеми I полягає у відображенні тих сторін МС, які пов'язані з отриманням нового знання.

Елементарна частинка знань (ЕЧЗ) є непорожня множина елементарних частинок інформації, яка наділена будь-яким змістом. Під змістом розуміємо суб'єктивне сприйняття якогось поняття.

Термін "базова сукупність частинок знань" (БСЕЧЗ), під яким розуміється вся структурована сукупність ЕЧЗ в непорожній множині, яка дозволяє детальніше описувати суб'єкти МС [11].

Властивості ЕЧЗ:

Внутрішня інтерпретувемість (ідентичність). Кожна ЕЧЗ повинна мати унікальне ім'я, по

якому прагматико-процедурна підсистема знаходить її, а також відповідає на запити, в яких це ім'я згадане. Якщо, наприклад, в МС знаходяться відомості про деталі трансмісії автомобіля, представлені у табл. 1, то без внутрішньої інтерпретації у МС була б занесена базова сукупність з чотирьох ЕЧЗ, відповідних термінам цієї таблиці. При цьому знання про взаємозв'язок між деталями, агрегатами і вузлами в підсистемі відсутні.

Таблиця 1

Приклад представлення ЕЧЗ в МС

Деталь	Агрегат	Вузол	Ресурс роботи, тис.год
Вал	Коробка передач	Вихідний вал	50
Шестерня	Коробка передач	Вихідний вал	20
Важіль	Зчеплення	Ведений диск	30
Маховик	Двигун	Кривошипо-хитневий механізм	25

При переході до знань в МС вводиться інформація про деяку протоструктуру ЕЧЗ. При цьому повинні бути задані спеціальні словники з аксіоматичної множини, в яких перераховані наявні в пам'яті системи деталі, агрегати, вузли і ресурс роботи. Всі ці атрибути можуть грати роль імен для тих ЕЧЗ, які відповідають термінам таблиці. Наприклад, структура табл. 1, записана у вигляді протофрейма, має вигляд:

(Список деталей: Деталь (значення слота 1); Агрегат (значення слота 2); Вузол (значення слота 3); Ресурс роботи (значення слота 4)).

Якщо як значення слотів використовувати дані табл. 1, то вийде фрейм- екземпляр:

(Список агрегатів: Деталь (Вал – Шестерня – Важіль – Маховик); Агрегат (Коробка передач – Коробка передач – Зчеплення – Двигун); Вузол (Вихідний вал – Вихідний вал – Ведений диск – Кривошипо-хитневий механізм); Ресурс роботи (50 – 20 – 30 – 25)).

Структурованість. ЕЧЗ повинні володіти гнучкою структурою. Для них повинен виконуватися "принцип матрьошки", рекурсивний перехід ЕЧЗ в базову сукупність частинок знань. Тобто, повинна існувати можливість довільного встановлення між окремими ЕЧЗ і БСЕЧЗ відносин типу "частина-ціле", "рід-вид" або "елемент-клас".

Зв'язність (узгодженість). У середовищі між ЕЧЗ повинна бути передбачена можливість встановлення зв'язків різного типу. Перш за все ці зв'язки можуть характеризувати відносини між ЕЧЗ. Семантика відносин може носити декларативний або процедурний характер. Наприклад, дві або більш інформаційні одиниці можуть бути зв'язані відношенням "одночасно", дві ЕЧЗ – відношенням "причина-наслідок" або відношенням "бути поряд".

Асоціативність. На безлічі ЕЧЗ в деяких випадках корисно задавати відношення, що характеризує ситуаційну близькість ЕЧЗ, тобто силу асоціативного зв'язку між ЕЧЗ.

Активність. Поява нових суб'єктів в МС може ініціювати активність МС по аналізу цих суб'єктів. Активність визначається інформаційно-енергетичною взаємодією між вхідними об'єктами (ВО) і «шкалами» – моделями-еталонами (МЕ) в МС.

Перераховані п'ять особливостей ЕЧЗ дають можливість формувати бази знань (БЗ). Сукупність засобів, що забезпечують роботу із знаннями, утворює систему управління базою знань (СУБЗ). В даний час не існує баз знань, в яких повною мірою були б реалізовані внутрішня інтерпретуємість, структуризація, зв'язність, введена асоціативність і забезпечена активність знань.

У ЕОМ знання так само, як і дані, відображаються в знаковій формі – у вигляді формул, тексту, файлів, інформаційних масивів і тому подібне. База знань, нарівні з базою даних, – необхідна складова програмного комплексу інформаційних систем. Машина, що реалізовують алгоритми інформаційних систем, називаються машинами, заснованими на знаннях, а підрозділ теорії інформаційних систем, пов'язаний з побудовою експертних систем, – інженерією знань. ЕЧЗ часто в СУБЗ називають інформаційними одиницями. ЕЧЗ, які задіяні для СУБЗ повинна містити поля [12] (таб.2):

Розподіл ЕЧЗ на інформаційні поля

Код	Знак	Сенс	Область	Спосіб	Функція
має числовий формат і служить для ідентифікації записів	містить в текстовому вигляді слово, якому присвоюється відповідне поняття	текст який роз'яснює поняття	є перерахування м тих областей знання, до яких відноситься дане поняття	є структурою сенсу, через яку задано слово.	визначає так звану «вартість» поняття, її вагову частку

Необхідно внести пояснення по її складу.

ОБЛАСТЬ. Кожне поняття належить як мінімум одній області.

СПОСІБ. Це може бути дефініція, прецедентний текст, метафора або безліч других способів

ФУНКЦІЯ. З точки зору цінності розрізняють знання-рецепт і знання-ретуш [13-15]. Знання-рецепт несе у собі важливу, суттєву для дослідника інформацію, необхідну йому у повсякденному житті. Знання-ретуш містить додаткові, менш істотні дані, які в деякій мірі можна не розглядати при аналізі.

Розглянута вище таблиця має ряд недоліків. Наприклад, поле СПОСІБ може приймати один з деякого набору можливих значень. На етапі розробки кількість варіантів способів невідомі. Запис в полі СПОСІБ найменування способу веде не тільки до надмірності об'ємів що зберігаються в пам'яті даних, але і є потенціальним джерелом помилок. Тому можливі області виділяються в окрему таблицю, а в первинній таблиці записується лише код запису таблиці способів.

Аналогічно можна поступити з полем ФУНКЦІЯ.

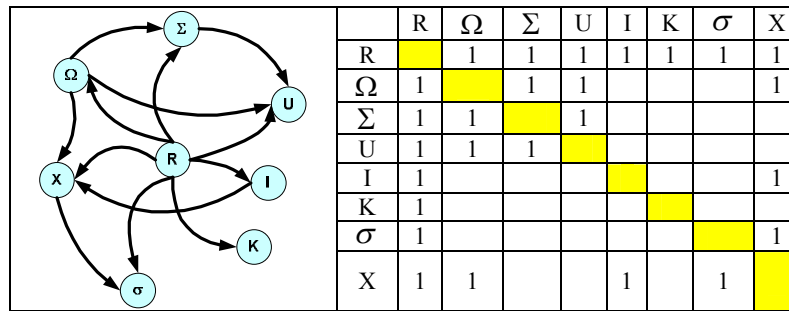
Особливістю областей з позиції будови бази даних є те, що, по-перше, області утворюють деяку кінцеву множину, по-друге, будь-яке поняття може належати одній або декільком областям. Тому використання подібної схеми виділення окремих таблиць, як у випадку з полями СПОСІБ і ФУНКЦІЯ, неможливо.

Аналітичне представлення інформації графа здійснюють за допомогою матриць, які несуть інформацію про вершини графа і відносини між ним (ребра). Існують два найбільш розповсюджені варіанти завдання графічної інформації за допомогою матриць: матриця інцидентій, матриця суміжності.

Матриця інцидентій – це ортогональна матриця, в якій стовпці відповідають ребрам графа, а рядки – вузлам (крім вузла, що приймається за базовий – йому не відповідає жодна гілка). Порядок побудови матриці інцидентій має вигляд:

- а) позначення всіх вершин і ребер графа;
- б) прийняття довільного вузла за базовий;
- в) побудова матриці, в якій кількість стовпців дорівнює кількості ребер, а кількість рядків – кількості вузлів мінус 1, і позначення рядків і стовпців матриці відповідними символами вершин і ребер;
- г) заповнення матриці. Перед заповненням матриці у разі неорієнтованого графа, ребрам надають довільну орієнтацію. Матрицю заповнюють так: на перетині рядка, що відповідає певній вершині, з стовпчиком, що відповідає ребру, яке з цієї вершини виходить, ставлять -1; з стовпчиком, що відповідає ребру, яке в цю вершину входить, ставлять +1; з стовпчиком, що відповідає ребру, яке неінцидентне даній вершині, - 0, або просто залишають комірку порожньою (рис. 4, а). Матриця не дозволяє відбити наявність в графі кратних ребер, тому у випадках побудови матриці суміжності для мультиграфів додатково задають степені вершин графа або вагу ребер.

Матриця суміжності – це квадратна матриця, в якій рядки і стовпці відповідають вершинам графа. Порядок матриці збігається з кількістю вершин. При заповненні матриці на перетині рядка і стовпчика, що відповідають суміжним вершинам, ставлять 1; решту комірок заповнюють нулями або залишають порожніми (рис. 4, б). Матриця не дозволяє відбити наявність в графі кратних ребер, тому у випадках побудови матриці суміжності для мультиграфів задають степені вершин графа або вагу ребер.



	RΩ	RΣ	R U	R I	R K	Rσ	R X	I X	Xσ	ΩΣ	ΩU	ΣU	ΩX
Ω	+1									-1	-1		-1
Σ		+1								+1		-1	
U			+1								+1	+1	
I				+1				-1					
K					+1								
σ						+1			+1				
X							+1	+1	-1				+1
R	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						

Рис. 4. Граф і його матриці суміжності (а) та інциденцій (б)

На основі графа і його матриці суміжності та інциденцій можна записати таблицю входів і виходів вершин графа (табл.3).

Таблиця 3

Таблиця входів і виходів вершин графа

	R	Ω	Σ	U	I	K	σ	X
Заходить	0	1	2	3	1	1	2	3
Виходить	7	3	1	0	1	0	0	

Розпишемо таблицю 3 у вигляді залежностей:

$$\begin{aligned}
 R &\rightarrow [7 \text{ вих} \cup 0 \text{ зах}] & \Omega &\rightarrow [3 \text{ вих} \cup 1 \text{ зах}] & U &\rightarrow [0 \text{ вих} \cup 3 \text{ зах}] \\
 \Sigma &\rightarrow [1 \text{ вих} \cup 2 \text{ зах}] & I &\rightarrow [1 \text{ вих} \cup 1 \text{ зах}] & K &\rightarrow [0 \text{ вих} \cup 1 \text{ зах}] \\
 \sigma &\rightarrow [0 \text{ вих} \cup 2 \text{ зах}] & X &\rightarrow [1 \text{ вих} \cup 3 \text{ зах}]
 \end{aligned}$$

Записані залежності можна записати у вигляді формули:

$$[R > \Omega] > [I > \Sigma > X] > [K > \sigma > U] \quad (1)$$

В МС система відповідностей **R** визначає можливість сприйняття потоку інформації із зовнішнього світу, який надходить в середовище через множину відображень Ω . Розміри множини системи відповідностей обмежують максимальну інформацію множини відображень об'єкта.

Проблематико-евристична система **I** визначає способи обробки інформації і на основі відповідних правил (множина сигнатури Σ) відбувається процес обробки інформації (прагматико-процедурна множина **X**).

Модельно-репрезентативна множина **K** (досвід, база знань, яка є в морфологічному середовищі) дозволяє інтерпретувати отримані результати (морфологічна система розв'язків σ) і на їх основі формувати нові поняття і визначення (множина аксіоматики **U**).

Кількісно формулу (1) на основі графа (рис.4) можна переписати у вигляді:

$$\left[\frac{7}{0} > \frac{3}{1} \right] > \left[\frac{1}{1} > \frac{1}{2} > \frac{1}{3} \right] > \left[\frac{0}{1} > \frac{0}{2} > \frac{0}{3} \right] \quad (2)$$

У формулі (2) системи і множини морфологічного середовища представлені з урахування вхідних і вихідних потоків інформації. Чим більше існує взаємозв'язків між системами у системі відповідностей R , тим ефективніше вона може функціонувати. Відповідно, множина відображень Ω повинна мати один потік вхідної інформації, яка в людському мозку, наприклад, надходить ззовні за допомогою кількох каналів (органи відчуттів).

Проблемно-евристична система I , множини сигнатури Σ і прагматико-процедурна X для однозначності обробки потоку інформації повинні мати по одному виходу.

Модельно-репрезентативна множина K , морфологічна система розв'язків σ і множина аксіоматики U сприймають вхідні потоки інформації. Якщо б вони самі генерували вихідні потоки, можна говорити про стан психіки людини, коли бажане видається за дійсне.

Висновки. Запропонована ієрархічна структура МС, яка дозволяє на відміну від феноменологістичного опису методів і створюваних за їх допомогою продуктів, використовувати формальний апарат сучасної математики. Описано структуру взаємозв'язків складових МС. Описано функціонування МС з урахуванням розумових процесів і особливостей структуризації знань. На основі логічні зв'язків в структурі знань дано означення елементарної частинки знань і описано її властивості. Здійснено аналітичне представлення інформації графа за допомогою матриць, які несуть інформацію про вершини графа і відносини між ним (ребра).

1. Нестеров М.М., Трифанов В.Н. Мезоморфные вычислительные среды. // Научное приборостроение, М.: ГУ "Институт аналитического приборостроения РАН", 2000, том 10, №2, – С. 20-34.
2. Цвиркун А.Д. Основы синтеза структуры сложных систем / А.Д. Цвиркун. – М.: Наука, 1982. С. 200.
3. Техническое творчество: теория, методология, практика / Под ред. А.И. Половинкина, В.В. Попова. – М.: НПО "Информ-система", 1995. С. 408.
4. Коваленко И.И. Методы робастной статистики в задачах классификации неоднородных данных // Сучасні інформаційні технології та системний аналіз: Збірник наукових праць. – К.: ННК "ІПСА", 1998. – С. 27-33.
5. Смирнов В.А. Логический анализ научных теорий и отношений между ними / В.А. Смирнов // Логика научного познания: актуальные проблемы / АН СССР. Ин-т философии; отв. Ред. Д.П. Гористый. М.: Наука, 1987. – С. 271.
6. Федулов И.Н. Системный подход в философском методологическом анализе теоретического знания // Волгоград: Известия ВГПУ, 2009. – С. 21-24.
7. Кузнецов И.В. Структура физической теории / И.В. Кузнецов // Избранные труды по методологии физики. М.: Наука, 1975. С. 296.
8. Амосов Н.М. Моделирование мышления и психики. Киев: Наукова думка, 1965. 364 с.
9. Пиаже Ж. Генетический аспект языка и мышления // Психолингвистика. – М.: Прогресс, 1984. – С. 334-335.
10. Чайлахян Л.М. О глобальной стратегии мозга как управляющей системе // Таганрог: Известия ТРТУ Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР», 2003. – С. 229-234.
11. Зінько Р. В. Морфологічне середовище для моделювання технічних систем 10-й Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові. (МСУІМЛ-10). 25-27 травня 2011 р. – С. 193-194.
12. Ситник В.Ф., Писаревська Т.А., Єршоміна Н.В., Краєва О.С. Основи інформаційних систем: Навч. посібник / За ред. В.Ф. Ситника. – К.: КНЕУ, 1997. – С. 252.
13. Джонсон-Лэрд Ф. Процедурная семантика и психология значения // Новое в зарубежной лингвистике. М.: Прогресс, 1988, Выпуск 23. – С. 234-257.
14. Караулов Ю.Н. Русский язык и языковая личность / Отв. ред. Д.Н. Шмелев. – М.: Наука, 1987. – С. 261.
15. Ковалевська Т. Ю. Нейролінгвістичне програмування у сфері державного управління: комунікативні перспективи. // Актуальні проблеми державного управління: Зб. наук. пр. ОРІДУ. – Одеса: ОРІДУ, 2006. – Вип. 2 (26). – С. 232-237.