

УДК 681.324

Бондаренко В. Є., канд. техн. наук, доц. (Тел.: +380 (99) 520 62 19. E-mail: victorbondarenko@ukr.net)
(Державний університет телекомунікацій, м. Київ.)

КОНЦЕПЦІЯ СЕМАНТИЧНИХ СТРУКТУР ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ І АНАЛІЗУ ЖИВУЧОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Бондаренко В. Є. Концепція семантичних структур для моделювання і аналізу живучості комп'ютерних мереж. В роботі вводиться нове поняття семантичної структури, що є семантичною мережею, яка складається з взаємозв'язаних інформаційних структур двох типів – об'єктів і управлінь. Об'єкти визначають поняття, які спостерігаються в системі, що моделюється. Одним з можливих засобів представлення об'єктів є реляційні моделі. Управління задають логічні і причинно-наслідкові зв'язки між об'єктами, а також вказують характер їх змін. Представляти управління можна таблицями рішень. Семантичні структури використовуються для моделювання складних систем різної природи. В роботі пропонується використовувати семантичні структури для моделювання комп'ютерних мереж з метою аналізу їх живучості.

Ключові слова: семантична структура, складна система, моделювання, комп'ютерна мережа, живучість, структурно-графовий об'єкт

Бондаренко В. Е. Концепция семантических структур для моделирования и анализа живучести компьютерных сетей. В работе вводится новое понятие семантической структуры, которая является семантической сетью, состоящей из взаимосвязанных информационных структур двух типов – объектов и управлений. Объекты определяют понятия, которые наблюдаются на моделируемой системе. Одним из возможных средств представления объектов являются реляционные модели. Управления задают логические и причинно-следственные связи между объектами, а также указывают характер их изменений. Представлять управление можно таблицами решений. Семантические структуры используются для моделирования сложных систем разной природы. В работе предлагается использовать семантические структуры для моделирования компьютерных сетей с целью анализа их живучести.

Ключевые слова: семантическая структура, сложная система, моделирование, компьютерные сети, живучесть, структурно-графовый объект

Bondarenko V. Ye. The concept of semantic structures for the modeling and analysis of computer networks survivability. This paper introduces a new concept of the semantic structure, which is a semantic network consisting of interrelated information structures of two types - the objects and controls. Objects define concepts that are observed in the simulated system. One possible means of representing objects are relational models. Controls put the logical and causal relationships between objects, but also show how they change. Controls can represent with the help of a decision tables. Semantic structures are used to modeling different complex systems. The paper proposes to use semantic structures for the modeling of computer networks in order to analyze their survivability.

Keywords: semantic structure, complex system, modeling, computer network, survivability, structural-graphical object

Вступ. З розвитком обчислювальної техніки та її впровадженням у різні сфери людської інтелектуальної діяльності, з великою актуальністю постала проблема представлення знань в комп'ютерних системах.

Представлення знань – питання, що виникає в когнітології (науці про мислення), в інформатиці та у системах штучного інтелекту. В когнітології воно пов'язаний з тим, як люди зберігають і обробляють інформацію. В інформатиці, основна мета якої – підбір представлення конкретних і узагальнених знань, відомостей і фактів для накопичення і осмисленою обробки інформації в ЕОМ.

В штучному інтелекті (ШІ) основна мета – навчитися зберігати знання таким чином, щоб програми могли обробляти їх і досягти подоби людського інтелекту. Дослідники ШІ використовують теорії подання знань з когнітології. Такі методи як фрейми, правила і семантичні мережі прийшли в ШІ з теорій обробки інформації людиною.

Оскільки знання використовуються для досягнення розумної поведінки, то фундаментальною метою дисципліни представлення знань є пошук таких способів представлення, які роблять можливим процес логічного умовиводу, тобто побудові висновків з наявних знань.

Одним з найбільш поширених способів представлення знань є апарат семантичних мереж. Формально, семантична мережа (СС) являє собою позначений орієнтований граф. Вершини СС відповідають сутностям предметної області – об'єктам, подіям, властивостям, процесам, явищам.

В [1] використовується семантична мережа для реферування тексту і пошуку ключових слів у тексті. В [2] представлена семантична мережа для лінгвістичного аналізу текстів. Дуги мережі мають навантаження – зв'язок між словами, а вершини помічаються словами тексту.

Розглянуті раніше концепції і розвинені в їх рамках методи представлення знань будучи потужними і досить загальними засобами представлення знань, все ж не дають формалізований апарат, ефективний у всіх конкретних сферах моделювання складних систем. Тому, для представлення опису функціонування моделей складних систем для побудови моделюючих середовищ, а також для зберігання необхідних позалінгвістичних знань (знань про зовнішній світ), пропонуються семантичні структури [3, 4], що є семантичними мережами, які складаються з взаємозв'язаних інформаційних структур двох типів, які називаються об'єктами і управліннями.

Об'єкти визначають поняття, які спостерігаються на модельованій системі. Одним з можливих засобів представлення об'єктів є реляційні моделі [5] і двовимірні реляційні моделі. Управління задають логічні і причинно-наслідкові зв'язки між об'єктами, а також вказують характер їх змін. Представляти управління можна, наприклад, таблицями рішень [6].

Таким чином, семантична структура визначається трійкою

$$\mathfrak{R} = \langle A, U * \rangle,$$

де A – множина об'єктів, U – множина управлінь, $*$ – операція застосування управління до множини об'єктів

$$* | P(A) \times U | \rightarrow P(A) \quad ,$$

$P(A)$ – множина всіх підмножин A .

Семантику операції $*$ можна розуміти як вказівку на зв'язок між елементами модельованої системи. Застосування управління $u_1 \in U$ до підмножини об'єктів $R \subset A$ будемо записувати у вигляді $u_1 * R$.

Результатом виконання такої операції є також деяка підмножина об'єктів $S \subset A$, тобто має місце $S = u_1 * R$.

Управління u визначимо як кінцеву множину імплікацій такого вигляду

$$u = \{ \& P_i \rightarrow \& Q_i \},$$

де P_i і Q_i – предикати i -го виду, де i належить множині індексів предикатів;

\rightarrow – імплікація (зв'язка “якщо ... то ...”); $\&$ – сполучник “і”.

На змістовному рівні, предикати P_i визначають умови обробки об'єктів, а Q_i задають вид цієї обробки. Управління можуть задаватися таблицями рішень. Наведемо приклад управління. Хай правило обробки даних для поняття X задається текстом:

"Якщо X – електродвигун і він включений, але не обертається, то його необхідно ремонтувати". Тоді це правило в представленій вище формі матиме вигляд:

$$\text{ВКЛЮЧЕНИЙ}(X) \& \text{Не_обертається}(X) \& \text{ЕЛЕКТРОДВИГУН}(X) \rightarrow \text{РЕМОНТ}(X).$$

Операція застосування управління вказує, що необхідно виконати перетворення підмножини об'єктів R , визначені в управлінні u_1 , а потім перейти до розгляду підмножини об'єктів S . Підмножини R і S можуть бути як вкладеними, так і незалежними, або пересічними. Потужності цих підмножин, в загальному випадку, довільні.

Семантичні структури зручно представляти у вигляді графа, загальний вигляд якого приведений на Рис.1,А. На графі семантичної структури об'єкти представлені кругами, а управління квадратами.

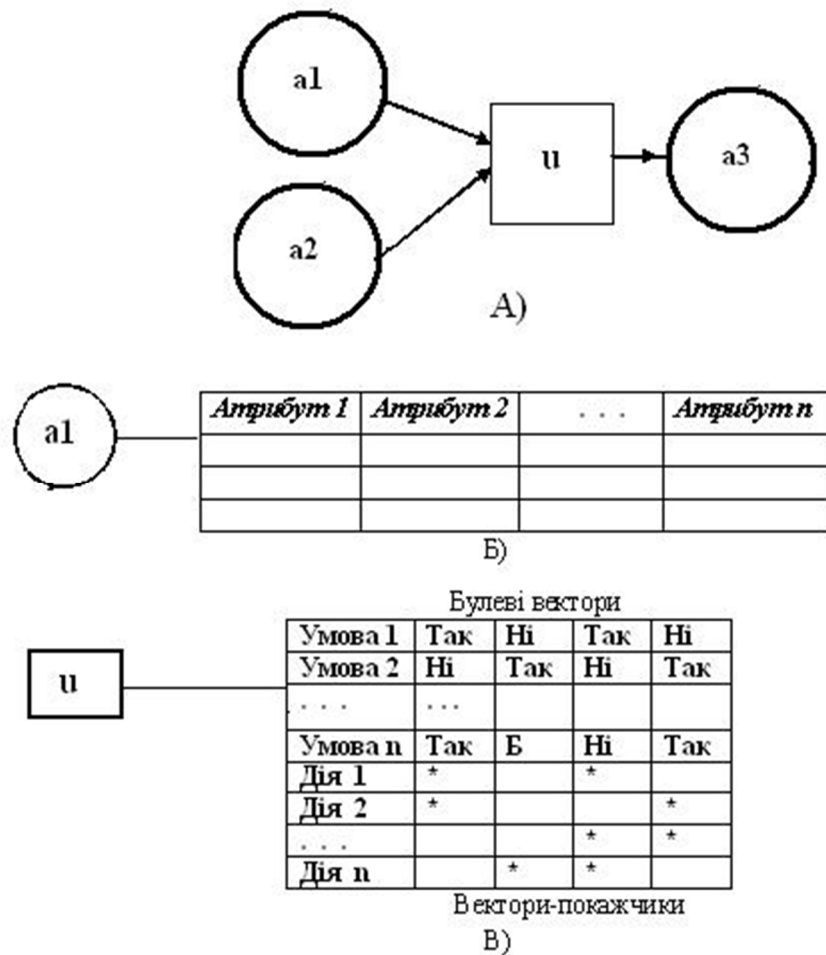


Рис. 1. Загальний вигляд графа семантичної структури

Стрілки вказують напрям операції застосування управління. Так, для представленої на Рис.1. семантичної структури, застосування управління u до підмножини об'єктів $\{a_1, a_2\}$ приводить до необхідності розгляду наступної підмножини об'єктів $\{a_3\}$.

Загальний вигляд таблиці рішень, призначеної для завдання управлінь, приведений на Рис.1,В. У лівій верхній частині такої таблиці містяться умови, істинність яких порівнюється з істинністю кожного з булевих векторів, що знаходяться в правій верхній частині таблиці. Елементи булевого вектора можуть мати три значення – «Так», «Ні», «Байдуже». Якщо істинність якого-небудь булевого вектора збігається з істинністю набору умов, то виконуються ті дії, що знаходяться в лівій нижній частині таблиці, на які вказує символом "*" вектор-показчик з правої нижньої частині таблиці, що знаходиться під булевим вектором, з яким збігається істинність умов.

Слід зазначити, що елементи булевого вектора можуть бути, в залежності від потреб, нечіткими, багатозначними і мати інші особливості, що необхідні для опису системи. Так значення істинності можуть бути з певною мірою довіри, яка являє собою число з інтервалу $[0,1]$, де 0 – повна недовіра, 1 – повна довіра.

Дії, що знаходяться в лівій нижній частині таблиці можуть мати складний характер і включати в себе експертні системи, оптимізаційні задачі, методи моделювання і інше.

Розглянемо більш детально представлення елементів складних систем за допомогою об'єктів семантичної структури. Як було сказано раніше, таке представлення виконується за допомогою реляційних моделей наведених на Рис.1,Б. Введемо необхідну формалізацію.

Нехай $R = \{ A_1, A_2, \dots, A_n \}$ – схема відношень, де A_i – i -тий атрибут відношення. Крім того, існує відображення $f: A_i \rightarrow D_i$, де D_i – домен атрибуту A_i .

Тоді, підмножина $r \subset D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ є реляційна модель. Або іншими словами реляційна модель є множина кортежів

$$r = \{ \langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle \in D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n \mid P(\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle) \},$$

де $P(\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle)$ – предикат, що визначає умови включення кортежу до відношення r .

Нехай далі існує деяке $K \subseteq R$, для якого виконується умова

$$\forall (u \in r) \forall (v \in r) u(K) \neq v(K).$$

Тобто, атрибути з множини K однозначно характеризують будь-який кортеж з відношення r . Таке $K \subseteq R$ називається ключем.

Розглянемо простий приклад опису моделі комп'ютерної мережі з зовнішніми впливами. Структурно-графовий об'єкт [7] такого опису представлений на Рис. 2. Вузли комп'ютерної мережі позначені білими кружками. Чорними кружками позначені стани зовнішніх втручань у мережу, які виконують шкідливі впливи.

Шкідливий вплив 4 діє на зв'язок e_5 , а шкідливий вплив 1 діє на вузли 6, 7 мережі, а також на зв'язки e_3 , e_5 , e_7 .

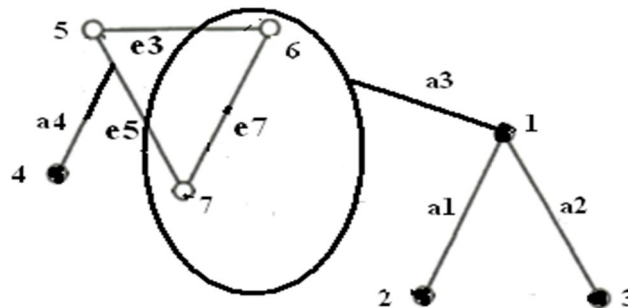


Рис. 2. Структурно-графовий об'єкт опису моделі комп'ютерної мережі з зовнішніми впливами

Семантична структура структурно-графового об'єкту (Рис.2.) опису моделі комп'ютерної мережі з зовнішніми впливами наведена на Рис.3.

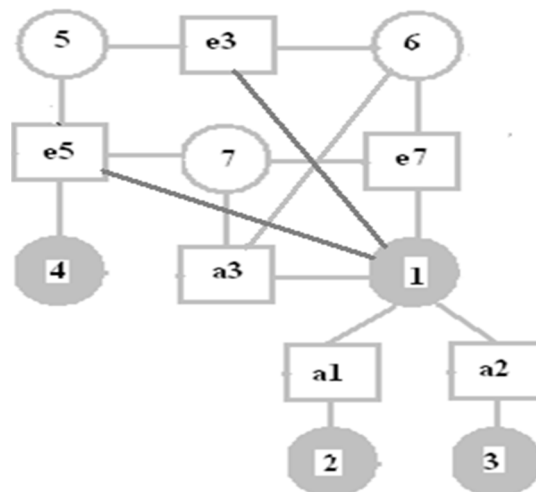


Рис. 3. Семантична структура структурно-графового об'єкту опису моделі комп'ютерної мережі з зовнішніми впливами.

На Рис.4. наведено управління e_5 , а також об'єкт 4 семантичної структури, представленої на Рис.3.

Детальний аналіз наведеного простого прикладу легко дозволяє зрозуміти запропоновану концепцію.

e5		
Шкідлива дія 4 виконується	так	ні
Зв'язок e5 переривається	*	
Зв'язок e5 працює		*
c_{ij} – суб'єктивна імовірність дії	0,2	0,8

А)

Найменування	Вид дії
4	Механічне пошкодження

Б)

Рис.4. Управління e5 (А), а також об'єкт 4 (Б) семантичної структури.

Висновки. Розроблена концепція семантичних структур, на основі якої можлива побудова моделей представлення слабо формалізованих знань, придатних для побудови моделей складних систем, .

Проведені дослідження показали, що використання семантичних структур дозволяє:

а) зручно представляти у вигляді реляційних моделей моделі об'єктів що фігурують у моделях комп'ютерних мереж;

б) задавати взаємозв'язку між об'єктами моделі у вигляді пропозицій відповідного вигляду, що дозволяє описувати широкий клас взаємозв'язків, які фігурують у мережних, моделях. У якості дії в пропозиціях вказаного вигляду, можна включати експертні системи, системи ухвалення оптимальних рішень, формалізовані моделі, які задаються системами диференціальних, диференціально-алгебраїчних рівнянь, структурними схемами;

в) гнучко представляти складні відношення між поняттями і відношеннями, що дуже спрощує процес побудови складних моделей;

г) будувати моделі відповідні структурі модельованого об'єкту із забезпеченням логічного виводу на необхідних ділянках моделі.

Література

1. Okamoto J., Ishizaki S. Important Sentence Extraction Using Contextual Semantic Network // *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. – 2011. – V. 27. – P. 86-94.
2. Drieger P. Semantic Network Analysis as a Method for Visual Text Analytics // *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. – 2013. – V.79. – P. 4-17.
3. Бондаренко В. Е. Исчисление семантических структур и его приложение к задачам создания ситуационных тренажеров / В. Е. Бондаренко. – Киев, 1987. – 51 с. (препринт / АН УССР ИПМЭ, 61).
4. Бондаренко В. Е. Семантические структуры для синтеза ситуационных тренажеров / В. Е. Бондаренк // в кн. «Моделирование в тренажерных системах». – Киев : Наук. думка, 1990. – С. 61-67.
5. Тиори Т. Проектирование структур баз данных. Т. 1 / Т. Тиори, Д. Фрай. – Москва : Мир, 1985. – 287 с.
6. Хамби Э. Программирование таблиц решений / Э. Хамби. – Москва : Мир, 1976. – 167 с.
7. Бондаренко В. Є. Розробка апарату структурно-графових об'єктів як засобу побудови моделей для дослідження живучості комп'ютерних мереж / В. Є. Бондаренко // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2014. – №5.

Дата надходження в редакцію: 03.09.2014 р.

Рецензент: д.т.н., проф. О. Ю. Ільїн