Семантическое сетевое моделирование

Александр ПОПОВ
Alexander P. POPOV

Татьяна ПОПОВА
Tatiana A. POPOVA

Попов Александр Петрович — кандидат технических наук, доцент Российского университета транспорта (МИИТ), Москва, Россия.

Попова Татьяна Александровна — старший преподаватель Российского технологического университета (МИРЭА), Москва, Россия.

Semantic Network Modeling
(текст статьи на англ. яз. —
English text of the article — p. 42)

Предложена методика формирования и систематизации информации предметной области автоматизированных систем технической подготовки производства, создана сетевая семантическая модель базы знаний машиностроительного предприятия с учётом всех возможных операций. Для решения задачи интеграции автоматизированного конструирования, управления технологическими и организационно-экономическими процессами используется концепция локализованных поверхностей, которые являются основными элементами информационной структуры предприятия и сочетают в себе пять видов связей: свойств материалов, размерных, временных, информационных и экономических.

Ключевые слова: семантическое моделирование, систематизация информации, технологическая подготовка производства, задачи интеграции, проблемная среда, сеть, граф, автоматизированная система.

Методы представления знаний, основанные на аппарате семантических сетей, состоят в том, чтобы рассматривать проблемную среду как совокупность объектов (сущностей) и связей (отношений) между ними.

В фундаменте семантических моделей лежит понятие сети, образованной помеченными вершинами и дугами. Наложив ограничения на описание вершин и дуг, можно получить сети различного вида. Если вершины не имеют собственной внутренней структуры, то соответствующие сети называют простыми. Если вершины обладают некоторой структурой, то такие сети считают иерархическими. На начальном этапе разработки интеллектуальных систем фигурировали только простые сети, сейчас в большинстве приложений, использующих семантические сети, они являются иерархическими [1, с. 23].

На примере семантической сети общего вида можно установить различие между базой данных и базой знаний. Предметная область есть множество допустимых состояний своих компонентов. Представление через общие понятия

и отношения между ними, будучи множеством, образует базу знаний — в виде интенциональной семантической сети. Эти вопросы затрагивались в [2–5]. С другой стороны, в зависимости от ситуации компоненты предметной области будут иметь свои значения, свойства, характеристики. Все конкретные сведения о предметной области отражаются в так называемой экстенциональной семантической сети или базе данных сетевой структуры [6, с. 54].

Формально семантическую сетевую модель (ССМ) определим в виде мультиграфа:

$$SSM = (X, H, R),$$

где X — множество вершин мультиграфа; R — множество связей между вершинами, при этом между произвольными вершинами $(X_i, X_j) \in X$ может быть определено более одной связи $R_{ij}^1, R_{ij}^2, \dots \in R$; H — трёхмерный предикат, демонстрирующий связность вершин мультиграфа.

Семантическая сеть может быть представлена в виде ориентированного мультиграфа с помеченными вершинами и дугами. Вершинами мультиграфа являются некоторые понятия предметной области, а дугами — семантические отношения между ними [7, с. 50]. В подобных графах метки вершин и дуг определяют термины и предикаты, заданные на объектах предметной области. Всё множество вершин семантической сети делится на два основных типа: понятия и свойства. Понятия характеризуют некоторые объекты, явления и процессы предметной области. Свойства служат для уточнения понятий.

Вся информация, систематизированная с помощью карт анализа, о всех локализованных поверхностях (ЛП) основного и вспомогательного производства предприятия загружается в память компьютера и является основой для формирования базы данных ЛП. Структура базы позволяет осуществлять поиск практически по любому полю, любому реквизиту, составляющему содержание карты анализа конструкторско-технологической документации.

Создание и применение математических моделей описывается в ряде работ [8–12].

Рассмотрим процесс формирования семантической сетевой модели представления знаний. Согласно методике формирования и систематизации информации [13–14] о предметной области технической подготовки производства (ТПП) выделим следующие классы объектов и их свойств.

Множество объектов ССМ может пополняться новыми элементами, представленное выше подмножество отражает лишь основные объекты [15, с. 124; 16, с. 40; 19, с. 535].

Семантическая сетевая модель определяет как классы понятий (уровень обобщённого представления знаний), так и факты (уровень конкретного представления знаний).

На множестве семантических отношений можно выделить классы отношений, различающиеся по типу участвующих в них элементов [17, с. 86; 18, с. 244].

1. Изделие.

$$N_1 := IZ$$

$$O_1 := \left(IZ, \{S_1^j\} \right)$$

$$S_1^1 := \langle \text{номер изделия} \rangle$$

$$S_1^2 := \langle \text{код ОКП} \rangle$$

$$S_1^3 := \langle \text{вес} \rangle$$

$$S_1^j := \langle \dots \rangle$$

2. Сборочная единица.

$$N_2 := SE$$

$$O_2 := \left(SE, \{S_2^j\} \right)$$

$$S_2^1 := \left\langle \begin{array}{l} \text{номер сборочной} \\ \text{единицы} \end{array} \right\rangle$$

$$S_2^2 := \langle \text{код ОКП} \rangle$$

$$S_2^3 := \langle \text{вес} \rangle$$

$$S_2^j := \langle \dots \rangle$$

3. Деталь.

$$N_3 := DE$$

$$O_3 := \left(DE, \{S_3^j\} \right)$$

$$S_3^1 := \langle \text{номер детали} \rangle$$

$$S_3^2 := \langle \text{код ОКП} \rangle$$

$$S_3^3 := \langle \text{вес} \rangle$$

$$S_3^j := \langle \dots \rangle$$

4. Локализованная поверхность.

$$N_4 := LP$$

$$O_4 := \left(LP, \{S_4^j\} \right)$$

$$S_4^1 := \left\langle \begin{array}{l} \text{номер} \\ \text{локализованной} \\ \text{поверхности} \end{array} \right\rangle$$

$$S_4^2 := \left\langle \begin{array}{l} \text{код особого} \\ \text{расположения} \end{array} \right\rangle$$

$$S_4^3 := \langle \text{количество} \rangle$$

$$S_4^j := \langle \dots \rangle$$

5. Композиционная модель изделия.

$$N_5 := MI$$

$$O_5 := \left(MI, \{S_5^j\} \right)$$

$$S_5^1 := \left\langle \begin{array}{l} \text{код композиционной} \\ \text{модели изделия} \end{array} \right\rangle$$

$$S_5^j := \langle \dots \rangle$$

6. Композиционная модель сборочной единицы.

$$N_6 := MS$$

$$O_6 := \left(MS, \{S_6^j\} \right)$$

$$S_6^1 := \left\langle \begin{array}{l} \text{код композиционной} \\ \text{модели сборочной} \\ \text{единицы} \end{array} \right\rangle$$

$$S_6^j := \langle \dots \rangle$$

7. Композиционная модель детали.

$$N_7 := MD$$

$$O_7 := \left(MD, \{S_7^j\} \right)$$

$$S_7^1 := \left\langle \begin{array}{l} \text{код} \\ \text{композиционной} \\ \text{модели детали} \end{array} \right\rangle$$

$$S_7^j := \langle \dots \rangle$$

8. Модель локализованной поверхности.

$$N_8 := MP$$

$$O_8 := \left(MP, \{S_8^j\} \right)$$

$$S_8^1 := \left\langle \begin{array}{l} \text{код локализованной} \\ \text{поверхности} \end{array} \right\rangle$$

$$S_8^j := \langle \dots \rangle$$

9. Технологический процесс.

$$N_9 := TP$$

$$O_9 := \left(TP, \{S_9^j\} \right)$$

$$S_9^1 := \left\langle \begin{array}{l} \text{номер} \\ \text{технологического} \\ \text{процесса} \end{array} \right\rangle$$

$$S_9^j := \langle \dots \rangle$$

10. Маршрут обработки локализованной поверхности.

$$N_{13} := MA$$

$$O_{13} := \left(MA, \{S_{13}^j\} \right)$$

$$S_{13}^1 := \left\langle \begin{array}{l} \text{маршрут обработки} \\ \text{локализованной} \\ \text{поверхности} \end{array} \right\rangle$$

$$S_{13}^j := \langle \dots \rangle$$

11...

ВЫВОДЫ

1. На машиностроительном (в том числе и транспортном) предприятии следует иметь модель объектов проектирования для наиболее оптимальной разработки автоматизированной системы технической подготовки производства (АСТПП). Кроме того, данная система должна включать функции управления ТПП.

2. Создаваемые модели призваны наиболее точно описывать процессы ТПП и отвечать требованиям различных подсистем АСТПП, быть универсальными.

3. Информационная модель предметной области ТПП опирается на современные способы представления знаний. Требованиям ТПП в наибольшей степени отвечают методы, основанные на аппарате семантических сетей и концепции локализованных поверхностей.

4. Построение информационного обеспечения АСТПП должно предполагать интеграцию хранения данных и знаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каптелинина Е. А. Повышение эффективности технической подготовки инструментального производства на основе учёта влияния свойств поверхностей деталей. — М.: Станкин, 2004. — 23 с.
2. Куликов Д. Д., Митрофанов С. П. Перспективы развития САПР технологических процессов // Известия вузов. Приборостроение. — 2000. — № 1–2. — С. 126–131.
3. Попов А. П., Попова Т. А. Оптимизация технологических процессов // Мир транспорта. — 2015. — № 5. — С. 16–25.
4. Попов А. П., Попова Т. А. Преемственность при проектировании комплекса технических средств // Мир транспорта. — 2014. — № 5. — С. 124–129.
5. Каптелинина Е. А., Феофанов А. Н., Попов А. П. Архитектура интегрированных автоматизированных производственных систем // Технология машиностроения. — 2014. — № 4. — С. 63–67.
6. Каптелинина Е. А. Формирование семантической сетевой модели базы знаний АСТПП //

Сборник трудов ИКТИ РАН. — М.: Янус-К, 2004. — С. 53–57.

7. Митрофанов В. Г., Омельченко И. С., Сироткин О. С. Информационно-технологическая среда машиностроительного производства — модели представления знаний // Проблемы машиностроения и автоматизации. — 2014. — № 4. — С. 48–53.

8. Масагин В. Б. Математическое моделирование технологических процессов механической обработки: Методические указания. — Омск: ОмГТУ, 2001. — 30 с.

9. Капитанов А. В., Омельченко И. С., Попов А. П., Сироткин О. С. Сетевые математические модели в оптимизации АСУ машиностроительным предприятием // Проблемы машиностроения и автоматизации. — 2014. — № 1. — С. 53–56.

10. Шрейдер Ю. А. Системы и модели. — М.: Наука, 1982. — 152 с.

11. Цветков В. Д. Многоуровневый синтез структурных моделей технологических процессов обработки деталей в автоматизированных системах проектирования / Дис... док. техн. наук. — Минск, 1979. — 420 с.

12. Челищев Б. Е. О теоретических основах моделирования автоматизации процессов проектирования // Вопросы теории автоматизации технологического проектирования: Сборник трудов НИИАТ. — М., 1980. — С. 21–33.

13. Рачков М. Ю. Технические средства автоматизации: Учеб. пособие. — 2-е изд., стереотип. — М.: МГИУ, 2009. — 185 с.

14. Крижановский А. А., Смирнов А. В. Подход к автоматизированному построению общецелевой лексической онтологии на основе данных Викисловаря // Известия РАН. Теория и системы управления. — 2013. — № 2. — С. 53–63.

15. Селевцов Л. И., Селевцов А. Л. Автоматизация технологических процессов: Учебник. — 3-е изд., стереотип. — М.: Академия, 2014. — 352 с.

16. Рийвес Ю. Э. Специализированная система автоматизированного проектирования маршрутно-операционных технологических процессов // Автоматизированные и современные технологии. — 1992. — № 9. — С. 39–41.

17. Митрофанов В. Г., Капитанов А. В., Попов А. П. Проектирование автоматизированных машиностроительных производств: Монография. — Тольятти: Оникс, 2013. — 282 с.

18. Popov A. P. Design of automatic control systems for machine tools // Russian Engineering Research. — 2014. — № 4. — pp. 243–245.

19. Dobránský J., Baron P., Vojnová E., Mandulák D. Optimization of the production and logistics processes based on computer simulation tools // Key engineering materials. — 2016. — Т. 669. — pp. 532–540. ●

Координаты авторов: **Попов А. П.** — pap60@bk.ru, **Попова Т. А.** — tatiana241187@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 18.09.2018, принята к публикации 29.10.2018.