

Е. И. Яблочников, В. И. Молочник, А. А. Саломатина

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗ ЗНАНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Приведена методика представления объектно-ориентированной модели предметной области в формализме онтологии. Рассматриваются категории знаний, используемых при построении онтологической модели технологической подготовки производства. Предлагаются варианты представления указанных категорий знаний.

Ключевые слова: базы знаний, онтология, технологическая подготовка производства.

Возможность представления и использования знаний в автоматизированных системах технологической подготовки производства (АСТПП) обеспечивает как повышение уровня автоматизации при решении задач ТПП, так и повышение эффективности ТПП в целом за счет решения проблемы отсутствия на предприятиях достаточного числа высококвалифицированных конструкторов и технологов. С появлением современных инструментальных программных средства, а также благодаря развитию методов построения баз знаний вопросы способов представления и использования знаний в АСТПП приобрели еще большую значимость. Однако при построении АСТПП как сложной информационной системы эти вопросы зачастую носят вторичный характер и не рассматриваются в качестве факторов, определяющих методологию построения и архитектуру АСТПП.

В работах [1, 2] показано, что одной из центральных задач при создании АСТПП является организация единого информационного пространства (ЕИП), обеспечивающего совместную согласованную работу конструкторов, технологов и других специалистов, участвующих в процессах подготовки производства. ЕИП создается средствами PDM-системы и опирается на объектно-ориентированную модель предметной области. Эта модель отражает корпоративные знания об изделии (продукте), а также процессах и ресурсах, необходимых для его изготовления. При этом под изделием может пониматься объект как основного, так и вспомогательного производства (средства технологического оснащения).

С точки зрения теории представления знаний указанная модель может быть описана в формализме онтологии O (под онтологией понимается спецификация концептуальной модели предметной области [3]), заданной следующим образом:

$$O = \langle C, A, D, R \rangle,$$

где C — множество классов объектов предметной области; A — множество атрибутов указанных классов; D — множество доменов (областей допустимых значений) атрибутов; R — множество ограничений, описывающих принадлежность атрибутов классам, принадлежность доменов атрибутам, совместимость классов, связи между классами и отношения между классами и атрибутами.

Инструментами для построения онтологической модели (ОМ) предметной области служат диаграммы классов языка UML и специальные средства PDM-систем, такие как Data Model Designer в PDM-системе ENOVIA-SmarTeam [2].

Поскольку ОМ ТПП отражают корпоративные знания, они будут различными для разных предприятий. Более того, в рамках одного предприятия могут быть разработаны различные ОМ, что приводит к необходимости выработки критериев их оценки с целью оптимизации

принимаемых решений. В качестве таких критериев, в частности, можно отметить скорость обработки запросов к базе данных ТПП, реализованной средствами PDM-системы, и удобство работы с ОМ при внесении корректировок.

Помимо знаний, используемых при построении ОМ ТПП, в АСТПП применяются знания для:

- 1) решения различных проектных процедур ТПП,
- 2) унификации проектных решений ТПП,
- 3) управления бизнес-процессами ТПП.

Представление и применение знаний в указанных группах определяется спецификой решаемых задач и используемыми при этом инструментальными средствами.

Для представления знаний первой группы обычно используются продукционные модели в виде наборов правил: „ЕСЛИ *<условие>*, ТО *<заключение>*“ [3]. Наиболее развитые CAD/CAM-системы, используемые при решении проектных процедур ТПП (например, Catia v5), обеспечивают возможность организации баз таких правил с использованием значений параметров геометрической модели изделия в качестве условий [2]. Это позволяет использовать корпоративные знания при решении таких задач, как проектирование инструмента и оснастки, а также определение стратегии обработки детали на станке с ЧПУ.

Унификация проектных решений ТПП базируется на решении задач классификации и группирования деталей и технологических процессов [4]. Однако широкие возможности современного высокотехнологичного оборудования с ЧПУ предполагают использование новых критериев группирования, отличных от критериев, разработанных для универсального оборудования. При создании таких критериев представляется перспективным использование нечетких знаний, имеющих вид правил нечетких продукций: „ЕСЛИ *<нечеткое условие>*, ТО *<нечеткое заключение>*“ [5]. Здесь нечеткое условие и нечеткое заключение представляют собой так называемые нечеткие высказывания, степень истинности которых определяется значением из интервала действительных чисел [0, 1]. Это дает возможность формального описания ситуаций с неопределенностью, что в случае с задачей группирования означает возможность описания групп с нечеткими границами.

В качестве примера можно привести задачу составления группы деталей для обработки на электроэрозионном прошивном станке с ЧПУ. Здесь знания могут быть представлены в виде правил нечетких продукций; в частности, одно из правил может иметь следующий вид:

ЕСЛИ *<глубина паза большая И ширина паза малая>*, ТО *<потребность в электроэрозионной обработке высокая>*.

В качестве примера инструментальных средств, предназначенных для организации и использования баз нечетких знаний, можно привести систему MATLAB Fuzzy Logic Toolbox [5].

Управление бизнес-процессами ТПП должно осуществляться с учетом широкого использования современных форм кооперации предприятий в виде производственных сетей (расширенных и виртуальных предприятий). При этом распределение заказов на выполнение работ ТПП базируется на выявлении возможностей потенциальных участников производственной сети и оптимальном подборе исполнителей с учетом минимизации стоимости и сроков выполнения работ. Подбор исполнителей осуществляется в открытой информационной среде с использованием многоагентных технологий [2]. Наиболее продуктивным является применение так называемых интеллектуальных агентов, работа которых опирается на использование баз знаний [3]. В задаче распределения заказов знания описывают возможности исполнителей по отношению к тем или иным видам работ. Анализ показывает, что при этом, как и в случае унификации проектных решений, наиболее приемлемой формой представления знаний являются правила нечетких продукций.

На рисунке представлен вариант архитектуры АСТПП.

В связи с тем что построение баз знаний АСТПП является трудоемкой задачей, представляется перспективным использовать подходы, связанные с автоматизированным приобретением знаний. В качестве примера можно привести метод выявления предпочтений участников производственной сети на основе кластеризации запросов к базе данных выполняемых работ [6].



Проведенная систематизация создает основу для выработки общего методологического подхода к построению АСТПП как сложной информационной системы, функционирующей на основе представления и использования баз знаний, отражающих как концептуальную модель предметной области, так и корпоративные решения в области всего спектра прикладных задач ТПП.

Рассмотрим методику организации нечетких баз знаний. Как показано в [5], правила нечетких производств обрабатываются системой нечеткого вывода. Процедура нечеткого вывода позволяет на основании некоторого набора значений входных переменных путем применения логического вывода получить соответствующий набор значений выходных переменных. Эта процедура включает в себя ряд последовательных этапов, к которым относятся: формирование базы правил, фаззификация, агрегирование, активизация, аккумуляция и дефаззификация.

Поскольку системы нечеткого вывода, такие как MATLAB Fuzzy Logic Toolbox, берут на себя решение задач нечеткого вывода, начиная с этапа фаззификации и заканчивая этапом дефаззификации [5], то пользователю остается решить следующие задачи:

- определить набор используемых лингвистических переменных и дать полное описание в соответствии с их понятием;
- сформировать базу правил нечетких производств, определяющую взаимозависимости между данными лингвистическими переменными;
- ввести сформированную базу правил, описания лингвистических переменных и численные значения входных переменных в систему нечеткого вывода;
- выполнить процедуру нечеткого вывода;
- принять решение на основании численных значений выходных переменных.

Используя данную методику, следует учитывать, что составление полноценной базы правил нечетких продукций не только требует детального знания конкретной предметной области, но и может оказаться достаточно трудоемкой процедурой. В настоящее время проводятся практические исследования применимости представленной методики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яблочников Е. И. Методологические основы построения АСПП. СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. 84 с.
2. Зильбербург Л. И., Молочник В. И., Яблочников Е. И. Информационные технологии в проектировании и производстве. СПб: Политехника, 2008. 304 с.
3. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб: Питер, 2000. 384 с.
4. Митрофанов С. П., Куликов Д. Д., Миляев О. Н., Падун Б. С. Технологическая подготовка гибких производственных систем. Л.: Машиностроение, 1987. 352 с.
5. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб: БХВ-Петербург, 2005. 736 с.
6. Smirnov A., Pashkin M., Chilov N., Levashova T., Krizhanovsky A., Kashevnik A. Ontology-based users and requests clustering in customer service management system // Autonomous intelligent systems: agents and data mining. Int. workshop. Springer Verlag, 2005. P. 231—246.

Сведения об авторах

- Евгений Иванович Яблочников** — канд. техн. наук, доцент; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра технологии приборостроения; E-mail: ej@mail.ifmo.ru
- Виктор Иосифович Молочник** — канд. техн. наук; СП ЗАО „Би Питрон“, Санкт-Петербург; заместитель директора по научной работе; E-mail: vimol@bee-pitron.spb.su
- Анна Алексеевна Саломатина** — аспирант; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра технологии приборостроения; E-mail: Salomatina.Anna@gmail.com

Рекомендована кафедрой
технологии приборостроения

Поступила в редакцию
14.12.09 г.