

О ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ НА ЭТАПЕ РАЗРАБОТКИ КОНЦЕПЦИЙ

Канд. техн. наук, доц. Г.П. ЛАЗАРЕНКО

Обсуждается возможность формализации процесса разработки проектных концепций на основе использования фасетных классификаторов. Рассматриваются два подхода к выбору предпочтительной альтернативы из числа сгенерированных концепций - экспертное оценивание и применение продукционных правил.

The opportunity of formalizing a process of design concepts development on the basis of facet classifiers is considered. Two approaches to a choice of preferable alternative from among the generated concepts — an expert estimation and application of production rules are examined.

Проектирование производственных систем — обязательный элемент жизненного цикла системы, структура которого зафиксирована в отечественных и международных стандартах [1—3]. Согласно этим стандартам, ранней и одной из наиболее ответственных стадий жизненного цикла является формирование концепции проекта, которая часто формулируется в виде вербальных высказываний, задающих главную идею проекта на уровне понятий. В сложившейся проектной практике [4] концепция разрабатывается в высшем управленческом звене проекта, причем для этого обычно используется эвристический метод, основывающийся на личных профессиональных знаниях авторов концепции. Очевидно, что такой, в значительной степени субъективный подход не гарантирует оптимальности принимаемых решений и не может считаться безусловно надежным проектным инструментом. Дополнением к эвристическому методу должна служить методология, которая опирается на тщательно подготовленную, широко обобщенную и четко структурированную информацию, всесторонне описывающую проектируемую сущность, а также на формализованную логику обработки этой информации. Один из возможных вариантов реализации такой методологии обсуждается ниже.

Формирование концептуальных проектов включает две фазы — *генерирование* альтернативных концепций и *выбор* предпочтительной альтернативы.

Генерирование концепций строится на анализе существующей понятийной информации о рассматриваемой сущности. Структурированное понятийное описание сущности может существовать в различных формах, среди которых важное место занимают фасетные классификаторы [5], которые представляют данные о рассматриваемой сущности в виде системы соподчиненных атрибутов этой сущности.

Фасетные классификаторы относятся к группе классификаторов комбинаторного типа. В простейшем варианте фасетный классификатор представляет собой связный двухуровневый древовидный граф, вершины которого задают состав атрибутов классифицируемой сущности, а ребра — структуру отношений между этими атрибутами. Нулевым уровнем фасетного классификатора является вершина, задающая классифицируемую сущность. Вершины первого уровня выполняют роль дискриминаторов и описывают аспекты классификации. Второй уровень классификатора образован вершинами графа, которые содержат атрибуты-категории (далее — атрибуты), представляющие собой наборы альтернативных реализаций дискриминаторов. В общем случае такая фасетная классификационная структура содержит I дискриминаторов, которые декомпозированы на группы, включающие по J атрибутов.

Таким образом, вершины нижнего уровня фасетного классификатора представляют собой множество атрибутов классифицируемой сущности, которые в совокупности описывают на понятийном уровне K возможных вариантов реализации этой сущности. При этом каждая k -ая альтернативная реализация описывается неповторяющимся сочетанием ij -ых вершин нижнего уровня классификатора, извлеченных по одной из каждой i -ой группы, связанной с каждым из имеющихся дискриминаторов классификатора.

Например, для генерирования концепций сущности «Металлорежущий станок» можно воспользоваться фасетным классификатором (рис. 1), который содержит три дискриминатора $D1, D2, D3$. Каждый из этих дискриминаторов имеет альтернативные реализации в семи атрибутах, образующих три группы $\{a_{11}, a_{12}\}, \{a_{21}, a_{22}, a_{23}\}, \{a_{31}, a_{32}\}$, связанные соответственно с дискриминаторами $D1, D2, D3$ (табл. 1). Эти атрибуты (табл. 2) образуют двенадцать неповторяющихся сочетаний по три ($K1 - K12$), в которых реализуются все описанные классификатором концепции рассмотренной сущности.

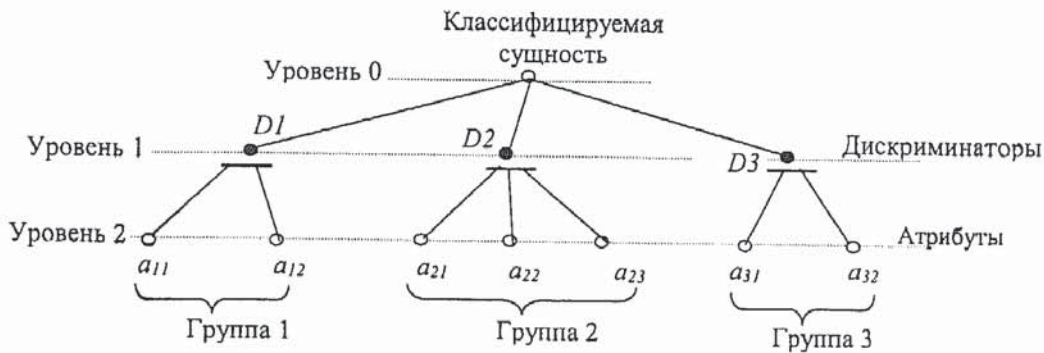


Рис. 1. Фасетный классификатор сущности «Металлорежущий станок»

Таблица 1

Элементы классификатора

Классифицируемая сущность	Дискриминаторы		Атрибуты	
	ID*	Наименование	ID	Наименование
Металлорежущий станок	D1	система управления	a_{11}	ручное
			a_{12}	ЧПУ
	D2	класс точности	a_{21}	класс Н
			a_{22}	класс П
			a_{23}	класс В
	D3	накопитель инструментов	a_{31}	револьверная головка
a_{32}			магазин	

*1) ID — идентификатор

Как видно из рассмотренного примера, генерирование концепций на классификационных структурах сводится к решению простой комбинаторной задачи. Такая формализация процесса создает определенные предпосылки для его автоматизации, а также для формирования объективных подходов к выбору предпочтительного варианта концепции из множества сгенерированных альтернатив.

Для выбора предпочтительной концепции можно использовать экспертное оценивание [6] или метод продукционных правил [7].

2109
И. В. БАУМАНА
БИБЛИОТЕКА

Таблица 2

Концепции сущности «Металлорежущий станок»

Альтернативные варианты концепции					
ID	состав концепции	ID	состав концепции	ID	состав концепции
K1	$\{a_{11}, a_{21}, a_{31}\}$	K5	$\{a_{11}, a_{23}, a_{31}\}$	K9	$\{a_{12}, a_{22}, a_{31}\}$
K2	$\{a_{11}, a_{21}, a_{32}\}$	K6	$\{a_{11}, a_{23}, a_{32}\}$	K10	$\{a_{12}, a_{22}, a_{32}\}$
K3	$\{a_{11}, a_{22}, a_{31}\}$	K7	$\{a_{12}, a_{21}, a_{31}\}$	K11	$\{a_{12}, a_{23}, a_{31}\}$
K4	$\{a_{11}, a_{22}, a_{32}\}$	K8	$\{a_{12}, a_{21}, a_{32}\}$	K12	$\{a_{12}, a_{23}, a_{32}\}$

Экспертное оценивание сгенерированных на классификаторе концепций складывается из двух стадий: присвоение каждому из атрибутов классификатора единичных экспертных оценок q_{ij} (стадия 1); формирование комплексной экспертной оценки Q_k для каждой из K концепций по совокупности единичных оценок q_{ijk} (стадия 2). Часто комплексная экспертная оценка k -ой концепции определяется суммированием единичных оценок

$$Q_k = \sum_i q_{ijk}$$

где Q_k — комплексная экспертная оценка k -ой концепции; q_{ijk} — единичная экспертная оценка j -го атрибута в группе, относящейся к i -му дискриминатору k -ой концепции.

Полученные комплексные оценки альтернативных концепций проекта позволяют проранжировать уровень привлекательности этих концепций и выбрать из них наиболее предпочтительный вариант.

Так, если в рассмотренном выше примере, выбирается концепция станка для серийной механообработки деталей повышенной точности и сложной формы в составе комплексно автоматизированной производственной системы, а экспертные оценки (для примера) имеют значения, приведенные в табл. 2, то наиболее предпочтительной концепцией является концепция K10 (табл. 3), а ряд предпочтительности концепций имеет вид: K5, K1, K6, K2, 3, K11, K4, 7, K12, K8, 9, K10.

Таблица 3

Выбор предпочтительной концепции методом экспертного оценивания

Оцениваемая концепция			Единичные оценки q_{ijk} атрибутов- *	Комплексная оценка Q_k k -той концепции
ID	k	состав концепции		
K1	1	$\{a_{11}, a_{21}, a_{31}\}$	2; 4; 4	10
K2	2	$\{a_{11}, a_{21}, a_{32}\}$	2; 4; 6	12
K3	3	$\{a_{11}, a_{22}, a_{31}\}$	2; 6; 4	12
K4	4	$\{a_{11}, a_{22}, a_{32}\}$	2; 6; 6	14
K5	5	$\{a_{11}, a_{23}, a_{31}\}$	2; 3; 4	9
K6	6	$\{a_{11}, a_{23}, a_{32}\}$	2; 3; 6	11
K7	7	$\{a_{12}, a_{21}, a_{31}\}$	6; 4; 4	14
K8	8	$\{a_{12}, a_{21}, a_{32}\}$	6; 4; 6	16
K9	9	$\{a_{12}, a_{23}, a_{31}\}$	6; 6; 4	16

Продолжение таблицы 3

Оцениваемая концепция			Единичные оценки q_{jk} атрибутов-*	Комплексная оценка Q_k k -той концепции
ID	k	состав концепции		
K10	10	$\{a_{12}, a_{22}, a_{32}\}$	6; 6; 6	18
K11	11	$\{a_{12}, a_{23}, a_{31}\}$	6; 3; 4	13
K12	12	$\{a_{12}, a_{23}, a_{32}\}$	6; 3; 6	15

* Шкала оценивания возрастающая, семибалльная

При использовании метода продукционных правил, определение предпочтительной концепции достигается последовательным выполнением однородных процедур по выбору предпочтительного атрибута в каждой из групп, порождаемых дискриминаторами. При этом выбор предпочтительных атрибутов осуществляется по продукционным правилам «Если... То», сформулированным для каждого дискриминатора. Результатом выполнения таких процедур является нахождение предпочтительной концепции, которая представляет собой совокупность выбранных предпочтительных атрибутов исследуемой сущности. Содержание продукционного правила удобно задавать в форме табл. 4.

Таблица 4

Выбор концепции методом продукционных правил

Дискриминатор, D_i	Продукционное правило		Выбранный атрибут
	условие — «Если»	решение - «То»: (выбрать атрибут a_j)	
D_1 система управления	единичный тип производства	a_{11} ручное управление	
	серийный тип производства	a_{12} числовое управление	a_{12}
D_2 класс точности	умеренные требования к точности детали	a_{21} класс Н	
	повышенные требования к точности детали	a_{22} класс П	a_{22}
	высокие требования к точности детали	a_{23} класс В	
D_3 накопитель инструментов	изготовление деталей простой формы	a_{31} револьверная головка	
	изготовление деталей сложной формы	a_{32} магазин инструментов	a_{32}
Выбранная концепция: $K10 \equiv \{a_{12}, a_{22}, a_{32}\} \equiv$ Станок с числовым управлением, класса точности П, с магазином инструментов			

Например, если выбирается концепция металлорежущего станка на условиях рассмотренного выше примера, то применение метода продукционных правил дает приведенный ниже результат.

Сопоставление рассмотренных методов выбора предпочтительной концепции позволяет сделать следующее общее замечание. Метод экспертных оценок предполагает оцен-

ку всех рассматриваемых альтернатив и порождает информацию, открывающую возможности для анализа всей гаммы рассматриваемых концепций. В противоположность ему метод продукционных правил генерирует только одну концепцию, которая директивно принимается как наиболее предпочтительная. Это можно отнести к недостаткам второго метода. Но, с другой стороны, метод продукционных правил базируется на более строгом логическом механизме, чем метод экспертного оценивания, что создает хорошие предпосылки для автоматизации решения рассматриваемой здесь задачи. Эта особенность метода продукционных правил является его достоинством. В свете сказанного, ответ на вопрос о применении для работы первого или второго метода не может быть однозначным, а зависит от конкретных условий проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 34.601-90 Автоматизированные системы. Стадии и этапы создания.
2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge — PMI (USA), 1969.
3. International Competence Baseline — IPMA (Europe), 1965.
4. Васильев В. В., Щарабарова А. Г. Управление проектами — М.: ЛАНИТ, 2004 — 134 с.
5. Евгеньев Г. Б. Системология инженерных знаний — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001 — 376 с.
6. Бобровников Г. Н., Клебанов А. И. Комплексное прогнозирование создания новой техники — М.: Экономика, 1989 — 201 с.
7. Калянов Г. Н. Консалтинг при автоматизации предприятий. — М.: СИНТЕГ, 1997. — 316 с.