

# Моделювання в економіці, організація виробництва та управління проектами

УДК 658.012

Р.В. Артюх<sup>1</sup>, А.А. Белоцкий<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков*

<sup>2</sup> *ГП «Научно-исследовательский технологический институт приборостроения», Харьков*

## МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ВАРИАНТОВ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ

*В статье рассматривается возможность использования опыта прошлых разработок, основанная на применении принципа выбора по аналогиям при формировании планов развития предприятия на предпроектном этапе планирования. Рассматривается формирование меры близости при отборе вариантов технологических процессов и оценке их реализуемости по набору заданных критериев.*

**Ключевые слова:** *опыт прошлых разработок, прецеденты, аналогии, планирование развития предприятия, мера близости, технологические процессы.*

### Введение

Особенностью процесса принятия решения при выборе варианта развития предприятия является необходимость анализа больших объемов информации при наличии ограничений во времени на оценку вариантов и значительном уровне неопределенности (присущем предпроектному этапу). С другой стороны, сам процесс формирования вариантов как основы выбора является нетривиальной задачей принятия решения, особенно на предпроектной стадии. Возможность упустить из рассмотрения приемлемый (продуктивный) вариант усиливает важность и ответственность данного этапа. В силу этого, при формировании перечня возможных вариантов используются различные известные методы поиска информации, в том числе и метод аналогий (прецедентов), основанный на использовании опыта прошлых разработок.

**Формулировка проблемы.** Выбор метода решения обусловлен тем, что зачастую на производственном предприятии к моменту возникновения проблемы выпуска новой продукции или ее модернизации уже накоплен значительный опыт решения похожих проблем, возникавших ранее. Однако невозможность или сложность аналитической обработки этого опыта по ряду причин (например, отсутствие специалистов необходимой квалификации, экспертов и др.) приводит к трудности использования этих знаний и реализации их потенциала. Представление же этого опыта в виде прецедентов и его автоматизированная обработка при помощи специализированных систем принятия решений позволяют значительно повысить эффективность его повторного использования в качестве аналога [1].

### Решение проблемы

Решение проблемы по аналогии основано на распознавании текущей проблемной ситуации, ин-

формация о которой представлена в виде некоего образа (аналога), и поиске похожих образов, содержащихся в хранилище образов (базе прецедентов), с последующей их адаптацией и повторным использованием для решения задач исследования.

Прецедентные интеллектуальные системы принятия решений (ИСППР) – это класс ИС автоматизированного вывода решений, основанный на принципах повторяемости ситуаций и использования ранее принятых решений в случае возникновения сходных проблемных ситуаций [2].

Основные функции интеллектуальной системы, обеспечивающей решение задач с помощью правдоподобного вывода по аналогам (прецедентам):

1. Формирование модели представления прецедента. Структура прецедента (его образа) может быть произвольной, но четко выделяются две части: описание проблемы и ее решение.

2. Формирование базы данных прецедентов на основании сформированной модели. Предполагается, что база прецедентов формируется с использованием существующего хранилища информации предметной области (базы данных технологической системы производства).

3. Поиск решения (правдоподобный вывод) по прецедентам. При поиске руководствуются полезностью того или иного образа (прецедента) для решения новой проблемы. Полезность аппроксимируется мерой сходства описаний образов, вычисляемой как расстояние между образами в многомерном признаковом пространстве.

Система, реализующая вывод по прецедентам, содержит следующие основные модули (рис. 1):

– модуль моделирования прецедентов – обеспечивает возможность создания, модификации моделей прецедентов, формирования и обновления баз прецедентов на основе существующих моделей;

- внутренняя память – обеспечивает хранение моделей прецедентов и самих прецедентов;
- прецедентная машина вывода – позволяет осуществлять поиск прецедентов по полученному описанию;

- управляющий модуль – обеспечивает взаимодействие между модулями компонента и предоставляет интерфейсы для взаимодействия с внешней по отношению к компоненту средой.

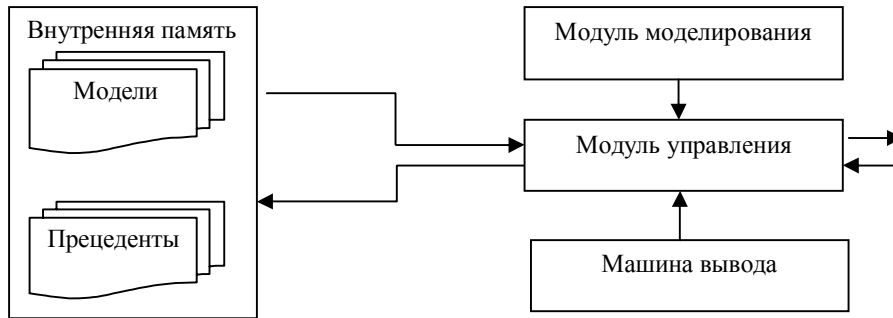


Рис. 1. Архитектура системы, реализующей вывод по прецедентам

Задачи перечисленных модулей:

1. Модуль моделирования. Решение задач исследования на основе прецедентов требует создания моделей прецедента под эти задачи. В случае построения базы прецедентов на основании существующего хранилища данных предметной области наличие подобной модели позволит понизить избыточность этой базы путем отсеивания (исключения из модели прецедента) неинформативных (нерелевантных решаемой задаче) признаков (данных).

Модель прецедента базируется на классическом представлении: прецедент = <проблема, решение>. Части модели представляют собой коллекции описаний свойств хранимых классов – классов хранилища данных. При этом предполагается существование базы данных со структурой, элементы которой можно использовать как основу для формирования прецедентов.

2. Внутренняя память. Для хранения сформированных моделей предлагается использовать хранилище данных, при этом создается хранимый класс (структура), который позволяет сохранять информацию, идентифицирующую модель (идентификатор – код модели). Перед использованием модели происходит декодирование – обратное преобразование хранимых данных.

Необходима синхронизация (односторонняя, в сторону базы прецедентов) хранилища данных предметной информации и базы прецедентов или формирование последней на основании анализа хранилища данных в соответствии с актуальной моделью прецедента.

Существует возможность сохранения информации о новых прецедентах, полученных в процессе работы системы. Это обеспечивает возможность обучения прецедентной системы: опыт решения новой проблемы становится доступным для повторного использования в будущем.

3. Машина вывода. На основании сформированной базы прецедентов осуществляется построе-

ние правдоподобного вывода путем анализа описаний прецедентов, представленных в виде наборов признаков с качественными и количественными значениями, формирования локальных и глобальных оценок близости описаний прецедентов и эталона с учетом субъективных предпочтений, с последующим выбором наиболее близкого прецедента.

Извлечение прецедентов осуществляется в соответствии с глобальной мерой (оценкой) подобия (близости) описаний прецедентов, вычисляемой как расстояние между прецедентами в признаковом пространстве.

Результатом работы машины вывода является список прецедентов с оценками близости.

4. Управляющий модуль обеспечивает взаимодействие между модулем моделирования, машиной вывода и внутренней памятью, получение результатов работы машины вывода с возможностью выбора, назначения и модификации (адаптации) решения и сохранение пересмотренного прецедента в базе прецедентов.

Прецедент включает в себя проблемную ситуацию, ее решение и полученный результат (рис. 2).

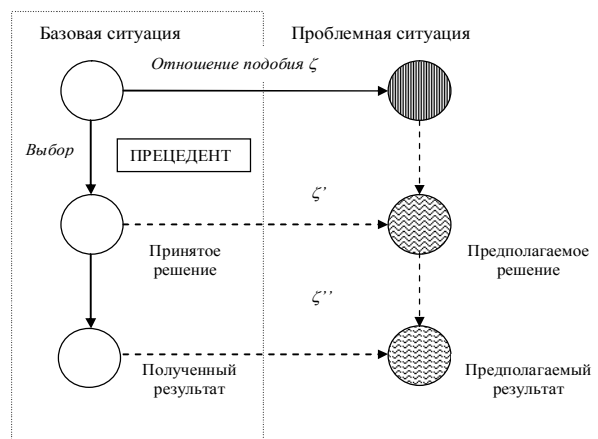


Рис. 2. Схема принятия решений на основе прецедентов

Описание проблемной ситуации кодируется в структуру, называемую инициирующим прецедентом. Сопоставляя инициирующий прецедент с множеством прецедентов, накопленных в хранилище, СПР ищет похожие прецеденты, из которых в свою очередь подбирается наиболее уместный (релевантный) проблемной ситуации прецедент-кандидат (или несколько прецедентов-кандидатов).

Степень сходства определяется путем покомпонентного сопоставления проблемной ситуации с ситуацией прецедента, в результате определяют расстояние  $D$  между проблемной ситуацией и ситуацией прецедента. Вычисление расстояния между прецедентами осуществляется при помощи данных векторов и метрики Миньковского:

$$\text{dist}(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}.$$

Данная метрика является обобщением метрик городских кварталов (используется при обработке бинарных векторов, при этом  $p = 1$ ) и евклидова расстояния (используется при обработке множеств кортежей, при этом  $p = 2$ ).

Следует определить также максимальное расстояние  $D_{\max}$  на основе границ диапазонов параметров для ситуаций прецедентов [3]. Тогда степень сходства вычисляется как

$$\text{SIM} = 1 - D / D_{\max}.$$

### Заключение

Процесс функционирования прецедентных СППР обычно представляется в виде так называемого CBR-цикла, состоящего из четырех основных фаз (4-R): RETRIEVE (выбор из хранилища наиболее уместного прецедента или множества прецедентов), REUSE (использование выбранных прецедентов для принятия решения), REVISE (верификация и адаптация прецедента), RETAIN (сохранение принятого решения и проблемной ситуации в качестве нового прецедента).

В настоящее время существует достаточное число CBR-систем, большинство из которых разрабатывалось на основе методологии INRECA, пред-

ставляющей способы реализации прецедентных систем, работающих в рамках концепции четырех фаз (4R) процесса CBR-рассуждений [4].

Отметим следующие особенности стандартного CBR-цикла:

1) предполагается, что в некоторый момент времени складывается только одна проблемная ситуация, т.е. решение возникающих ситуаций производится последовательно во времени;

2) проблемной ситуацией считается некий статический снимок состояния свойств предметной области, составляющих прецедент, в определенный момент времени;

3) возникающие проблемные ситуации предполагаются независимыми друг от друга, соответственно взаимоотношения между ними игнорируются;

4) прецеденты считаются имеющими четкие границы и полностью определенными в рамках предметной области за счет адекватного означивания их свойств.

### Список литературы

1. Павлов А.И. Компонентный подход: модуль правдоподобного вывода по прецедентам / А.И. Павлов, А.Ю. Юрин // Программные продукты и системы. – 2008. – № 3. – С. 45-51.
2. Шерстюк В.Г. Формальная модель гибридной сценарно-прецедентной СППР / В.Г. Шерстюк // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2004. – Вып. 1. – С. 114-122.
3. Leake D. Case-based reasoning – experiences, lessons and future directions / D. Leake // AAAI Press-MIT Press, 1996. – 318 p.
4. Bergmann R. Developing industrial case-base reasoning applications: the INRECA methodology / R. Bergmann, S. Breen, M. Goker, M. Manago, S. Wess // Berlin: Springer-Verlag. – 1999. – Lecture notes in artificial intelligence, LNAI-1612.
5. Aamodt A. Case-based reasoning: foundational issues, methodological variations, and system approaches / A. Aamodt, E. Plaza // AI Communications. – 1994. – Vol. 7, № 1. – P. 39-59.

Поступила в редколлегию 31.10.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Э.В. Лысенко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

### МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ ВАРІАНТІВ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ

Р.В. Артюх, О.О. Белоцький

*У статті розглядається можливість використання досвіду минулих розробок, заснована на застосуванні принципу вибору по аналогіях при формуванні планів розвитку підприємства на передпроектному етапі планування. Розглядається формування міри близькості при відборі варіантів технологічних процесів і оцінці їх виконання по набору заданих критеріїв.*

**Ключові слова:** досвід минулих розробок, прецеденти, аналогії, планування розвитку підприємства, міра близькості, технологічні процеси

### MODELS OF FORMATION STRATEGY OPTIONS DEVELOPMENT

R.V. Artukh, A.A. Belotsky

*The possibility of using the experience of past developments, based on the application of the principle of selection on analogies with the formation of development plans on a pre-planning stage. The formation of a measure of closeness in the selection process options and assessing their feasibility on a set of criteria.*

**Keywords:** the experience of past developments, precedents, analogies, planning, enterprise development, the measure of proximity, technological processes.