

УДК 004.82, 004.89

А.В. Коваленко, А.А. Смирнов, А.С. Коваленко

*Кировоградський національний технічний університет, Кировоград*

## ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ СИТУАЦИЙ В ERP СИСТЕМАХ

*Рассмотрена актуальность совершенствования и трудности создания ERP систем и методов их разработки. Рассмотрены особенности разработки специального математического и программного обеспечения реализующей стратегию ERP системы, показан эффективных способов формализованного описания классов распознаваемых ситуаций в виде функций принадлежности, соответствующих областей пространства признаков*

**Ключевые слова:** ERP система, задачи распознавания ситуаций, информационные подсистемы.

### Введение

Интенсивное усложнение и увеличение масштабов промышленного производства, развитие экономико-математических методов управления, внедрение ЭВМ во все сферы производственной деятельности человека, обладающих большим быстродействием, гибкостью логики, значительным объемом памяти, послужили основой для разработки автоматизированных систем управления предприятием (далее АСУП), которые качественно изменили формулу управления, значительно повысили его эффективность.

К категории АСУП принято относить реализацию методологии ERP системы – организационной стратегии интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, ориентированная на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения, обеспечивающего общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности.

Как известно, в любых системах управления процессы обработки информации включают в себя решение следующих групп задач:

- 1) сбор, накопление и хранение данных об обстановке;
- 2) обобщение и анализ сведений об обстановке и выдача обработанной информации различным потребителям;
- 3) выработка рекомендаций для принятия решения или автоматическое формирование команд;
- 4) доведение команд до управляемых объектов и контроль за их выполнением.

Конкретное содержание задач, входящих в перечисленные выше группы, зависит от назначения АСУП и многих других факторов.

АСУП могут существенно различаться по удельному весу, занимаемому различными группами задач, по степени автоматизации их решения, темпу обновления информации и продолжительности

ее хранения. Однако в любых системах управления эти группы задач всегда присутствуют.

В большинстве АСУП можно достаточно четко выделить комплексы технических и программных средств, на которые возлагается решение первых двух из перечисленных выше групп задач. Такие комплексы будем называть информационными подсистемами (далее ИП).

ИП могут существовать в двух вариантах. Во-первых, они могут являться неотъемлемой частью АСУП. Во-вторых, ИП могут быть организационно и технически оформлены как самостоятельные автоматизированные системы.

**Постановка задачи.** Несмотря на отмеченное выше разнообразие структур ИП и конкретного состава решаемых задач, при их разработке и совершенствовании приходится решать весьма сходные проблемы. Как показывает практика создания таких систем, особенно значительные трудности вызывает разработка и сопровождение специального математического и программного обеспечения, выполняющего функции обобщения и анализа сведений об обстановке. Поэтому разработчику трудно добиться, чтобы описание постановки задачи ERP системы, составленное со слов экспертов, содержало информацию, достаточную для разработки алгоритма ее решения, и для получения всех необходимых сведений он вынужден многократно обращаться к экспертам. Эти трудности усугубляются отсутствием адекватных методов формализованного представления экспертных знаний, понятных непрограммистам, а также отмеченной выше изменчивостью исходных данных для разработки алгоритмов.

Отмеченные трудности характерны при разработке алгоритмов и программ, предназначенных для решения практически всех задач оценки обстановки в любых АСУП.

**Цель работы** – поиск способов совершенствования технологии разработки специального математического и программного обеспечения, реализующей стратегию ERP.

Для выявления природы этих трудностей и поиска эффективных путей их преодоления представляется целесообразным абстрагироваться от конкретного содержания таких задач и особенностей информационных систем, в которых они должны решаться.

### Основная часть

Абстрагируясь от конкретного содержания задач обработки сведений об обстановке, решаемых в ИП, введем в рассмотрение обобщенный класс так называемых задач распознавания ситуаций (далее РС-задач). К этому классу отнесем задачи обработки информации, решаемые ERP системами, заключающиеся в формировании обобщенных выводов о текущей и (или) прогнозируемой ситуации путем анализа частных сведений об обстановке и, возможно, результатов решения других РС-задач.

Согласно этому нестрогому определению, класс РС-задач весьма широк. Он, в частности, включает в себя все задачи обработки ERP системы, а именно, обнаружение отдельных признаков, характеризующих состояние и деятельность объектов, а также прогнозирование их действий путем комплексного анализа и сопоставления проявившихся признаков. Из определения следует, что РС-задачи в общем случае образуют иерархию (рис. 1).

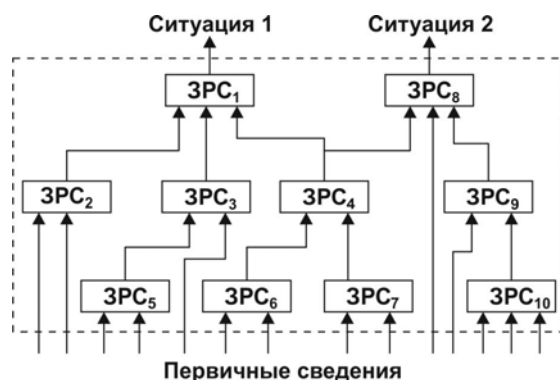


Рис. 1. Пример иерархии РС-задач

Действительно, результаты решения задач, занимающих нижние уровни иерархии, могут служить исходными данными для задач более высоких уровней, а выходам подзадач верхнего уровня – обобщенные выводы, т.е. суждения о текущей ситуации. Это вполне согласуется с общепринятым иерархическим принципом построения ИП АСУП.

Это соглашение позволяет нам под процессом поиска решений РС-задачи в прямом направлении подразумевать последовательное преобразование первичных сведений об обстановке, поступивших на вход подзадач нижнего иерархического уровня, в сведения, обладающие большей степенью общности, являющиеся результатом решения этих подзадач и передаваемые на более высокие уровни иерар-

хии, вплоть до самого верхнего, на выходах которого формируются обобщенные выводы о распознаваемой ситуации.

Рассматривая реальные информационные системы надо также учитывать, что первичные сведения относящиеся к той или иной РС-задаче, как правило, требуют определенных временных затрат на их добычу и накопление. Следует также учитывать, что добычу первичных сведений требует от источников информации затрат ресурсов, величина которых зависит от типа источника и характера добываемых сведений. Отсюда можно заключить, что необходимые для принятия решения сведения обычно поступают на вход распознающей системы не одновременно, а последовательно во времени. Кроме того, в общем случае необходимо учитывать, что из-за изменения состояния элементов обстановки за время, затрачиваемое на накопление, часть сведений устаревает, и их приходится исключать из рассмотрения и заменять новыми.

Таким образом, объектом изучения является достаточно внушительный класс РС-задач, занимающий важное место в процессах обработки информации, протекающих в АСУП.

Для того, чтобы лучше уяснить предмет настоящего исследования и более четко ограничить его рамки, обратимся к абстрактной постановке задачи принятия решения при распознавании образов, слегка обобщая классическую постановку задачи распознавания, приведенную в литературе [1].

Пусть задано множество (словарь) признаков

$$Z = \langle \zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_k \rangle, \quad (1)$$

принимающих значения из некоторого пространства признаков  $\Omega$ . Произвольную реализацию вектора признаков обозначим  $Z = \langle z_1, z_2, \dots, z_k \rangle$ .

Задан также алфавит классов, подлежащих распознаванию объектов, которым в признаковом пространстве может быть поставлен в соответствие кортеж множеств.

$$A = \langle A_1, A_2, \dots, A_k \rangle, \text{ где } \bigcup_{r=1}^k A_r \subset \Omega. \quad (2)$$

Для принятия решения о принадлежности к тому или иному классу некоторого объекта, описываемого вектором признаков  $Z$ , задано  $k$  функций близости и  $\mu_r(Z, A_r)$ , принимающих значения на некотором числовом интервале  $[a, b]$ . Результаты вычисления этих значений обрабатывает решающее правило

$$r^* = DC\mu_1(Z, A_1), \mu_2(Z, A_2). \quad (3)$$

Задачи распознавания ситуаций вполне укладываются в приведенную выше схему. При этом важно отметить, что при разработке распознающих систем в общем случае приходится решать ряд вопросов, в том числе следующие:

- 1) выбор словаря признаков  $Z$ ;
- 2) выбор алфавита классов объектов  $A$ ;

- 3) синтез функций принадлежности  $\mu_r(\vec{Z}, A_r)$  ;
- 4) выбор критерия оптимальности  $C$  и синтез решающего правила  $D$ .

Как правило, третий из перечисленных вопросов представляется наиболее сложным. Его сущность сводится к составлению описаний областей признакового пространства, соответствующих ситуациям, подлежащих распознаванию. В частном случае, при стохастической трактовке задачи распознавания ситуаций, роль функций  $\mu_r(\vec{Z}, A_r)$  могут выполнять апостериорные вероятности принадлежности вектора  $Z$  к классам ситуаций  $A_r (r = 1, 2, \dots, R)$ .

Одновременно выбор способа решения третьего вопроса в значительно меньшей степени зависит от конкретной предметной области, чем остальные, что позволяет вести речь о создании универсальных методов для достаточно широкого класса РС-задач. Поэтому с точки зрения совершенствования технологии разработки специального математического и программного обеспечения реализующий стратегию ERP определенный интерес представляет создание эффективных способов формализованного описания классов распознаваемых ситуаций в виде функций принадлежности соответствующих областей пространства признаков.

С учетом этого, говоря о формализации и автоматизированном решении РС-задач, предполагаем, что словарь признаков, алфавит классов распознаваемых ситуаций, критерий оптимальности и решающее правило уже выбраны. Нерешенным остается только вопрос синтеза функций принадлежности  $\mu_r(\vec{Z}, A_r)$ .

В литературе, посвященной теории распознавания образов [1 – 6], распознающие системы по способу построения описаний распознаваемых классов подразделяют на системы с обучением и без обучения.

В основе систем с обучением лежат процедуры структурной и (или) параметрической адаптации функций принадлежности и решающего правила (3) в процессе обработки последовательности предъявляемых реализаций вектора признаков, сопровождаемых указаниями о принадлежности их к тому или иному классу (при обучении с учителем) или без таких указаний (при самообучении).

При создании систем без обучения используют так называемые непосредственные методы построения описаний классов. Такие описания еще называются априорными, поскольку в системах с обучением априорные описания классов обычно используют в качестве начального приближения перед обучением.

При прочих равных условиях, возможность создания распознающей системы, имеющей удовлетворительное качество функционирования, зависит для систем без обучения от точности априорного описания, а для систем с обучением – от длины обучающей выборки.

Поэтому решение вопроса о том, следует ли при разработке распознающей системы прибегать к обучению или нет, определяется наличием априорного описания классов распознаваемых объектов и его точностью. Нужно также учитывать наличие обучающей выборки, объем которой при отсутствии априорного описания или его недостаточной точности должен обеспечивать требуемое качество обучения распознаванию.

В случае прикладных задач распознавания ситуаций, как правило, следует ориентироваться на непосредственные способы описания классов, а обучение может рассматриваться лишь как вспомогательный метод.

Очевидно, что размерность вектора признаков в общем случае сильно влияет на качество распознавания, причем увеличение числа признаков в обучаемых системах, казалось бы, должно сопровождаться повышением качества. Однако это утверждение справедливо лишь в предположении о том, что ограничения на продолжительность обучения отсутствуют.

В работе [5] показано, что временная сложность алгоритма обучения в зависимости от размерности вектора признаков в общем случае имеет экспоненциальную оценку. Это означает, что с увеличением числа признаков требуемая длина обучающей последовательности, будет по скорости роста многократно превосходить размерность вектора признаков.

Как показал анализ типовых РС-задач, решаемых в ERP системах, на практике признаковое пространство может содержать многие сотни и даже тысячи признаков. При этом количество примеров ситуаций, относящихся к тому или иному классу, как правило, ограничено единицами-десятками. Поэтому для классических алгоритмов обучения потребная длина обучающей последовательности для РС-задач, имеющих практическое значение, как правило, многократно превышает располагаемое число примеров ситуаций.

## Выводы

При разработке автоматизированных ERP систем необходимо применять непосредственные методы составления описаний классов распознаваемых ситуаций. Источником сведений, необходимых для построения таких априорных описаний, могут быть эксперты, умеющие решать РС-задачи неавтоматизированным способом в условиях психологического комфорта. Последнее означает, что:

- у эксперта имеются положительные мотивы для поиска решения РС-задачи;
- объем задачи не превышает психофизиологических возможностей человека по восприятию и обработке информации;
- отсутствуют жесткие ограничения на время, затрачиваемое на анализ информации;

– отсутствуют отрицательные последствия ошибочных решений.

Эксперты пользуются неформальными знаниями о структуре признакового пространства, позволяющими им при благоприятных условиях успешно справляться с решением РС-задач. Поэтому проблема построения априорных описаний классов распознаваемых ситуаций сводится к проблеме формализации, или представления экспертных знаний.

### Список литературы

1. Горелик А.Л. Методы распознавания / А.Л. Горелик, В.А. Скрипкин. – М.: Высш.школа, 1989. – 232 с.
2. Фомин Я.А. Распознавание образов: теория и применения / Я.А. Фомин. – М.: ФАЗИС, 2012. – 429 с.

3. Горелик А.Л. Современное состояние проблемы распознавания: некоторые аспекты / А.Л. Горелик, И.Б. Гуревич, В.А. Скрипкин. – М.: Радио и связь, 1985. – 160 с.

4. Горелик А.Л. Об аддитивности информации в задачах распознавания объектов и явлений / А.Л. Горелик, С.С. Эпштейн // Кибернетика. – 1983. – С. 85-88.

5. Вапник В.Н. Теория распознавания образов / В.Н. Вапник, А.Я. Червоненкис. – М.: Наука, 1974.

6. Вапник В.Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным / В.Н. Вапник. – М.: Наука, 1979.

Поступила в редколлегию 12.02.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Ю.В. Стасев, Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, Харьков.

### ЗАВДАННЯ РОЗПІЗНАВАННЯ СИТУАЦІЙ В ERP СИСТЕМАХ

О.В. Коваленко, О.А. Смирнов, А.С. Коваленко

*Розглянуто актуальність вдосконалення і труднощі створення ERP систем і методів їх розробки. Розглянуто особливості розробки спеціального математичного та програмного забезпечення яке реалізує стратегію ERP системи, показаний ефективних способів формалізованого опису класів розпізнаваних ситуацій у вигляді функцій приналежності відповідних областей простору ознак.*

**Ключові слова:** ERP система, задачі розпізнавання ситуацій, інформаційні підсистеми.

### PROBLEM RECOGNITION SITUATIONS IN ERP SYSTEMS

A.V. Kovalenko, A.A. Smirnov, A.S. Kovalenko

*We consider improving the relevance and difficulty of establishing ERP systems and methods of their development . The features of the development of special mathematical and software implements strategy ERP system shows effective ways formalized description of the classes of recognizable situations in the form of membership functions corresponding regions of the feature space.*

**Keywords:** ERP system, the problem of recognition of situations, information subsystem.