

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ И СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ПРИНЯТИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Канд. техн. наук, доц. В.А. ВОЛОЧИЕНКО

Установлено назначение применения методов и систем распознавания в процессе разработки и принятия управленческих решений в организациях. Выполнена постановка задачи принятия стандартных управленческих решений на основе распознавания проблемных ситуаций. Рассмотрены основные аспекты построения специализированных систем распознавания, применяемых для принятия стандартных управленческих решений, а именно: выбор типа распознающей системы; совокупность задач, решаемых в процессе создания и функционирования систем распознавания; рекомендуемые методы для использования в процессе создания распознающих систем.

Practice benchmark of methods and systems of recognition in a decision process making at the organizations is established. Problem definition of acceptance of standard administrative decisions on the basis of recognition of problem situations is executed. Basic aspects of construction of specialized recognition systems applied to acceptance of standard administrative decisions are examined, i.e.: choosing of recognition system type; set of problems that should be solved during creation and functioning of recognition systems; recommended methods for use at their creation.

При подготовке и принятии управленческих решений применяются различные подходы и методы. Подходы варьируются от интуитивных до высоко логичных, а методы — от простых до сложных. Простые методы не требуют реализации специальных организационных мероприятий, применения математических моделей и методов, автоматизированных информационных систем сбора и переработки информации. Сложные же наоборот, включают различные комбинации указанных выше элементов.

Сущность процесса принятия управленческого решения заключается в организации целенаправленного нахождения в конкретной проблемной ситуации, возникающей в процессе функционирования организации, совокупности возможных альтернатив по ее разрешению и выборе одной наиболее рациональной из них, называемой решением [1]. Решения могут классифицироваться по признаку сложности на стандартные и нестандартные. Для стандартных решений характерна очевидность их применения в часто повторяющихся однотипных проблемных ситуациях, а нестандартные решения отличает новизна, оригинальность. По мере возрастания частоты и областей применения нестандартного решения оно утрачивает свою оригинальность и переходит во множество стандартных решений.

Принятие оригинальных, нестандартных решений осуществляется в рамках интуитивного и рационального подходов. Принятие же стандартных решений прежде всего осуществляется в рамках подхода, основанного на суждении, а также наряду с нестандартными решениями при применении интуитивного и рационального подходов. Выбор подхода к разрешению рассматриваемой проблемной ситуации может быть решен на основе применения методов и систем распознавания. Если при нахождении управленческих решений путем интуиции говорить о реализации решения задач распознавания или использовании методов распознавания в голове ЛПР можно лишь гипотетически, то при рациональном подходе распознавание является составным элементом процесса разработки и принятия решения, а подход, основанный на суждении, можно полностью формализовать на основе применения методов и систем распознавания..

Целью распознавания проблемных ситуаций, требующих разработки и принятия решения рациональным способом, могут быть как отдельные компоненты или их совокупности, определяемые в ходе разработки решений, так и искомое рациональное решение. Например, отнесение проблемной ситуации к одному или совокупности классов в ходе ее анализа (диагностики); оценка релевантности информации, используемой в ходе разработки решений; выбор наиболее целесообразного метода формирования обобщенного критерия установления единственного решения; классификация приемлемых алгоритмов; решение задачи классификации алгоритмов. Масштаб применения распознавания при этом обуславливается объективными обстоятельствами, имеющими место при разработке и принятии конкретного управленческого решения. Например, состоянием среды (определенность, вероятностная определенность, неопределенность), характеристиками информационного ресурса (полнота, полезность, избыточность, достоверность, точность, объем), особенностями, характеризующими лицо, принимающее решение (ЛПР).

Применение методов распознавания и распознающих систем для нахождения стандартных решений в подходе, основанном на суждении, является эффективным способом его формализации. Формализация на основе применения методов распознавания элементов, процедур, этапов и в конечном итоге в целом процесса разработки и принятия управленческих решений позволит существенно повысить их эффективность за счет нивелирования неполезной субъективности человеческого фактора и возможности применения современных технических средств мультимедиа.

В организационных системах на различных уровнях управления весьма часто принимаются стандартные решения. Рассмотрим каким образом процесс принятия стандартных управленческих решений можно реализовать на основе разработки, построения и внедрения систем распознавания проблемных ситуаций.

Применение систем распознавания в составе систем управления позволяет анализировать проблемные ситуации на основе априорной информации об их принадлежности к определенным классам для принятия рациональных решений по их разрешению.

Возникающие в процессе функционирования организационных систем проблемные ситуации характеризуются совокупностью сведений качественного и (или) количественного характера. Эти сведения позволяют сформировать словарь признаков, характеризующих исследуемую совокупность проблемных ситуаций. Каждую исследуемую проблемную ситуацию можно соотнести с определенным рациональным стандартным решением.

Совокупность проблемных ситуаций, для которых принимается одно и то же решение, образует класс ситуаций. Таким образом, определив множество стандартных решений можно построить алфавит классов исследуемых проблемных ситуаций. Каждый класс проблемных ситуаций следует описать на языке их признаков и разработать алгоритмы сопоставления исследуемых проблемных ситуаций с соответствующими классами.

Необходимо реализовать способ определения значений признаков проблемных ситуаций, возникающих в процессе функционирования организационной системы. Располагая информацией о значениях признаков конкретно возникшей проблемной ситуации в процессе функционирования организационной системы, используя разработанные алгоритмы сопоставления исследуемых проблемных ситуаций с соответствующими классами, устанавливается принадлежность рассматриваемой проблемной ситуации к определенному классу, которому однозначно соответствует определенное стандартное управленческое решение.

То есть формулируется ответ на вопрос «Что делать?» в возникшей проблемной ситуации. Иными словами можно сказать осуществлена выработка рационального управ-

ленческого решения на основе распознавания неизвестной проблемной ситуации. Таким образом, описанная выше последовательность действий приводит к решению задачи распознавания. Для реализации решения задач распознавания различных совокупностей проблемных ситуаций, возникающих в процессе функционирования организаций, следует создавать специализированные системы распознавания.

Постановку описанной выше задачи принятия стандартных управленческих решений на основе распознавания проблемных ситуаций представим в следующем виде.

В условиях возникшей проблемной ситуации ω_0 , принадлежащей исследуемому множеству проблемных ситуаций Ω ($\omega_0 \in \Omega = \{\omega_1, \dots, \omega_Z\}$), за допустимое время T на решение задачи принятия стандартных управленческих решений необходимо подготовить совокупность сведений о проблемной ситуации ω_0 в виде вектора характеризующих ее признаков $X^0 = \{X_1^0, X_2^0, \dots, X_N^0\}$, и используя априорную информацию о принадлежности подмножеств проблемных ситуаций ω^i из множества Ω

$$(\omega^i \in \Omega; \omega^i = \{\omega_k^i, \dots, \omega_n^i\}; k \neq n; k, \dots, n \in 1, \dots, Z; \omega^q \cap \omega^g = \emptyset; \bigcup_{i=1}^m \omega^i = \Omega; q, g = 1, \dots, m; q \neq g)$$

определенным непересекающимся классам проблемных ситуаций Ω_i , при $i = 1, \dots, m$

$$\Omega_q \cap \Omega_g = \emptyset; \bigcup_{i=1}^m \Omega_i = \Omega; q, g = 1, \dots, m; q \neq g)$$

следует соотнести проблемную ситуацию ω_0 (с таким классом Ω_j , $j \in 1, \dots, m$) из множества классов Ω_i , которому соответствует искомое решение l_j , принадлежащее множеству эффективных стандартных управленческих решений L ($l_j \in L = \{l_1, \dots, l_m\}$), применяемых в совокупности проблемных ситуаций Ω , обеспечивающее достижение экстремальных значений сформулированных целевых функций A ($A = \{A_1, \dots, A_n\} \Rightarrow \text{extremum}$) разрешения множества проблемных ситуаций Ω ($\omega_0 \in \Omega = \{\omega_1, \dots, \omega_Z\}$) при выполнении заданных ограничений B ($B = \{B_1, \dots, B_r\}$).

Эту задачу можно решить, разработав специализированную систему распознавания исследуемого множества проблемных ситуаций Ω ($\omega_0 \in \Omega = \{\omega_1, \dots, \omega_Z\}$). В зависимости от степени полноты располагаемой информации при создании специализированной системы распознавания ее можно строить как систему распознавания без обучения, как систему распознавания с обучением.

Для построения системы распознавания без обучения требуется более полный объем априорной информации, чем для построения системы распознавания с обучением [2]. Что бы построить систему распознавания без обучения необходимо располагать достаточным объемом априорной информации, дающим исчерпывающие ответы в основном на следующие вопросы:

1. Кто будет осуществлять распознавание?
2. Что и для чего надо распознавать?
3. На какие классы целесообразно разделить исследуемую совокупность объектов распознавания?
4. Какими сходными и отличительными особенностями (признаками) можно охарактеризовать объекты распознавания?
5. Каковы реальные способы получения апостериорных данных необходимых для осуществления распознавания?
6. Какие существуют зависимости между классами и значимыми признаками объектов распознавания?
7. Какие показатели качества функционирования распознающей системы следует устанавливать?

8. В каком виде следует представлять результаты распознавания?

9. Как обеспечить работоспособное состояние распознающей системы в процессе ее эксплуатации?

То есть следует иметь четкое представление о сущности, назначении, способе осуществления распознавания.

Для этого необходимо располагать информацией:

- о естественной или социальной природе исследуемых элементов среды;
- о возможных способах использования результатов распознавания;
- о необходимой и достаточной для осуществления распознавания совокупности значимых особенностей (признаков) исследуемых объектов;
- об имеющихся место ограничениях на способы получения необходимых для осуществления распознавания апостериорных данных о признаках исследуемых объектов;
- о существующих зависимостях между классами и признаками объектов распознавания или обладать знаниями, достаточными для непосредственного составления указанных зависимостей;
- о показателях оценки эффективности распознавания;
- о способах представления результатов распознавания и обеспечения работоспособности распознающей системы.

Наличие указанной информации позволяет сформулировать цели распознавания, обуславливающие актуальность процесса распознавания, использовать исходные сведения необходимые при установлении принципа опознавания (классификации), разработке способа получения информации о принадлежности исследуемых элементов среды к определенным эталонным классам, организации функционирования системы распознавания и обеспечении поддержания системы распознавания в работоспособном состоянии.

В процессе создания и функционирования систем распознавания возникает необходимость решения определенной совокупности задач. В общем случае их может быть пятнадцать [3], а именно:

Задача № 1. Формирование команды специалистов, осуществляющих разработку, изготовление и эксплуатацию системы распознавания.

Задача № 2. Установление назначения процесса распознавания.

Задача № 3. Формирование целей создания и использования системы распознавания.

Задача № 4. Установление совокупности элементов — кандидатов на распознавание.

Задача № 5. Определение принципа классификации.

Задача № 6. Получение информации об элементах — кандидатах на распознавание.

Задача № 7. Разработка алфавита классов системы распознавания.

Задача № 8. Разработка словаря признаков системы распознавания.

Задача № 9. Описание классов на языке признаков.

Задача № 10. Разработка алгоритмов распознавания.

Задача № 11. Выбор или (и) создание технических средств определения значения признаков элементов — кандидатов на распознавание.

Задача № 12. Разработка рациональной структуры системы распознавания и алгоритма эффективного управления процессом распознавания.

Задача № 13. Оценка результатов распознавания.

Задача № 14. Представление информации о результатах распознавания пользователю.

Задача № 15. Техническое обслуживание системы распознавания в процессе ее функционирования.

При разработке метода преобразования входной информации о неопознанном объекте в выходную о его принадлежности к определенному эталонному классу в общем случае сложными задачами являются задачи №№ 7—12.

Формирование рабочего алфавита классов и рабочего словаря признаков распознаваемых объектов представляет собой процедуру последовательных приближений и производится поэтапно с использованием итераций.

На первом этапе в результате решения шестой задачи следует выявить максимально возможный перечень признаков, характеризующих неопознанные объекты, не зависимо от степени их информативности.

На втором этапе вначале решается седьмая задача по формированию варианта разбиения множества исследуемых объектов на эталонные классы — априорного алфавита классов. Затем в результате решения восьмой задачи формируется априорный словарь признаков, включением в него из максимально возможного перечня признаков только тех, уровень информативности которых позволяет использовать их для описания классов на языке признаков и относительно которых технически возможно получение информации в процессе функционирования распознающей системы.

На третьем этапе осуществляется трансформация априорного алфавита классов и априорного словаря признаков в рабочий алфавит классов и рабочий словарь признаков в результате решения задач с девятой по двенадцатую. В девятой задаче осуществляется описание классов на языке признаков; в десятой — разработка алгоритмов распознавания; в одиннадцатой — выбор или (и) создание технических средств получения информации для установления значений признаков, включенных в словарь признаков, с учетом ограничений по выделенным ресурсам для этих целей и обеспечения в условиях названных ограничений наибольшей точности решения задачи распознавания; в двенадцатой — разработка рациональной структуры распознающей системы и алгоритмов эффективного управления процессом распознавания.

Если при решении задач с девятой по двенадцатую не возникает необходимости в выполнении итераций по изменению состава априорного алфавита классов и априорного словаря признаков, то в результате их решения априорный алфавит классов и априорный словарь признаков автоматически трансформируются соответственно в рабочий алфавит классов и рабочий словарь признаков.

Иначе, в случае возникновения необходимости выполнения действий по изменению состава априорного алфавита классов или (и) априорного словаря признаков при решении задач с девятой по двенадцатую, следует возвратиться снова к решению седьмой задачи для формирования уточненного алфавита классов или (и) восьмой задачи для формирования уточненного словаря признаков с учетом выявленных ограничений при решении задач с девятой по двенадцатую.

Затем надо снова последовательно выполнить решение задач с девятой по двенадцатую. Количество таких итераций определяется количеством возможных случаев необходимости уточнения состава априорного алфавита классов или (и) априорного словаря признаков, возникающих в ходе решения задач с девятой по двенадцатую. В результате выполнения указанных итераций формируется рабочий алфавит классов и рабочий словарь признаков системы распознавания.

Необходимость уточнения состава априорного алфавита классов и (или) априорного словаря признаков возникает, например, в случае:

- если невозможно выполнить однозначное описание непересекающихся классов априорного алфавита на языке признаков априорного словаря из-за недостаточного уровня его информативности;
- если априорный словарь признаков имеет избыточный уровень информативности для выполнения однозначного описания классов априорного алфавита;
- если в процессе разработки алгоритмов распознавания устанавливается невозможность выполнения однозначных сопоставлений неопознанных объектов с соответствующими

щими эталонными классами априорного алфавита с заданными показателями эффективности распознавания;

- если в процессе разработки алгоритмов распознавания в результате оценки информативности каждого признака априорного словаря принимается решение о необходимости исключения из априорного словаря избыточных наименее информативных признаков;

- если установленные ограничения на приобретение (создание) технических средств установления значений признаков не позволяют реализовать получение информации обо всех признаках, включенных в априорный словарь признаков, или (и) в условиях названных ограничений невозможно обеспечение необходимой точности решения задачи распознавания либо возможно обеспечение точности решения задачи распознавания превышающей заданную;

- если при разработке рациональной структуры системы распознавания или (и) алгоритмов эффективного управления процессом распознавания невозможно обеспечение достижения установленных показателей качества создания или (и) функционирования распознающей системы либо возможно достижение показателей качества создания или (и) функционирования системы распознавания превышающих заданные.

Разработка рабочего словаря признаков позволяющего реализовать максимально возможную эффективность распознающей системы при наличии ограниченных ресурсов на приобретение (создание) технических средств получения информации о значениях признаков, обуславливающих возможность включения в него лишь наиболее информативных признаков из априорного словаря, представляет собой сложную задачу.

Эта задача сформулирована в виде оптимизационной задачи и предложен метод ее решения [2]. В качестве критерия эффективности проектируемой системы распознавания в ней рассмотрен функционал, зависящий от функций среднеквадратичного разброса объектов внутри класса, среднеквадратичного разброса объектов пары классов и решающего правила. Ограничивающим требованием является величина выделенных на создание технических средств наблюдения ресурсов.

С учетом возникающих в практике построения распознающих систем особенностей и обстоятельств в [2] рассмотрены варианты постановок задач построения оптимального рабочего словаря признаков и приведены методы их решения.

Среди них рассмотрен вариант решения данной задачи учитывающий вероятностный характер установления значений признаков техническими средствами — построение рабочего словаря признаков с учетом вероятности их определения. Значения вероятностей определения признаков зависят от характеристик применяемых для этого измерительных устройств. Например, надежности, чувствительности, разрешающей способности, стабильности тех или иных параметров. То есть имеет место ситуация, при которой качество измерительной информации определяется значениями параметров измерительного устройства (системы), зависящими в общем случае от стоимости, затраченной на его (ее) создание. Поэтому рассмотрен один из возможных методов выбора пространства признаков системы распознавания, учитывающий указанную зависимость и предусматривающий в пределах выделенных ресурсов на разработку технических средств их оптимальное распределение на создание каждого измерителя.

Для случая, когда предпринимаются какие-либо мероприятия, связанные с противодействием распознаванию объектов или явлений, выбор пространства признаков и создание технических средств их определения предлагается осуществлять на основе применения игрового подхода. То есть применять игровой подход к построению рабочего словаря признаков.

Наряду с рассмотренной задачей построения оптимального признакового пространства в условиях наличия ограничений на создание измерительной аппаратуры, когда клас-

сы заданы значениями детерминированных признаков, относящихся к соответствующим классам, рассмотрена эта же задача для случая вероятностного описания классов. То есть сформулирована задача построения оптимального рабочего словаря признаков при вероятностном описании классов и предложен метод ее решения.

Для решения задачи проведения сравнительной оценки качества признаков предложено ряд методов, а именно: метод, основанный на сравнении апостериорных вероятностей; метод, основанный на сравнении вероятностных характеристик признаков; метод, основанный на определении количества информации — на определении величин энтропии системы до и после измерения значений признаков.

Рассмотрено решение задачи построения рабочего словаря признаков при отсутствии априорного словаря признаков на основе разложения Карунена—Лоэва. Эта задача актуальна для возникающих в практике построения систем распознавания ситуаций, связанных с отсутствием информации о составе признаков априорного словаря. При этом имеет место лишь информация о некоторой совокупности реализаций сигналов, характеризующих объекты, явления или процессы, для распознавания которых предназначена разрабатываемая система распознавания. Например, звуковые сигналы, возникающие в процессе работы некоторых машин и механизмов; радиолокационные или световые сигналы, отраженные от каких-либо объектов; электрические сигналы, возникающие при выполнении технологических процессов.

Таким образом, для разрешения определенного многообразия возникающих в практике разработки распознающих систем проблемных ситуаций можно использовать приведенные в [2] постановки задач определения оптимального состава рабочего словаря признаков и предложенные методы их решения.

Описание классов на языке признаков имеет определенные особенности, обусловленные различиями в видах признаков, включенных в применяемый для описания классов словарь, а именно: детерминированных, логических, вероятностных, структурных или их комбинаций.

Описаниями классов элементов среды на языке детерминированных признаков являются формализованные представления сведений об их эталонах. Эталон класса может быть, например, множество точек, равноудаленных от точек, описывающих элементы среды, принадлежащие данному классу, или точка, сумма расстояний которой от точек, описывающих элементы среды, принадлежащие данному классу, минимальна. Сведения об эталоне конкретного класса элементов среды — координаты точек, включенных в данный эталон, или точки, формирующей данный эталон, — являются основой для составления описания рассматриваемого класса элементов среды на языке детерминированных признаков.

Описаниями классов элементов среды на языке логических признаков являются выраженные на языке алгебры логики (булевых соотношений) установленные зависимости между классами элементов среды и характеризующими элементы среды логическими признаками.

Описания классов элементов среды на языке вероятностных признаков составляются на основе сведений об условных плотностях распределения вероятностей значений признаков x_1, \dots, x_N для каждого класса $\Omega_1, \dots, \Omega_m$, то есть функций плотности $f_i(x_1, \dots, x_N)$, а также об априорных вероятностях $P(\Omega_i)$, $i = 1, \dots, m$, появления элементов среды соответствующих классов.

Получение сведений о функциях плотности $f_i(x_1, \dots, x_N)$ можно осуществить на основе параметрической или непараметрической оценки. Параметрическая оценка применяется для оценки параметров функции плотности, когда априори известен аналитический ее вид. Если априори неизвестен аналитический вид функции плотности, то для оценки вида функции плотности и ее параметров применяется непараметрическая оценка.

Для выполнения параметрической оценки функции плотности можно использовать, например, рассмотренный в [2] метод максимума правдоподобия Фишера, метод Байеса.

Непараметрическая оценка функции плотности может быть выполнена на основе применения гистограммного метода, методов локального оценивания.

Априорные вероятности $P(\Omega_i)$, $i = 1, \dots, m$, появления элементов среды соответствующих классов, могут быть определены на основании частот событий как отношение количества элементов среды в i -м классе к общему количеству доступных изучению элементов среды во всех классах.

Если непосредственное изучение априорной информации невозможно, то для описания классов элементов среды на языке вероятностных признаков можно применить эвристический подход [2], основанный на использовании экспертных оценок для получения сведений о функциях плотности $f_i(x_1, \dots, x_N)$ и априорных вероятностях $P(\Omega_i)$, $i = 1, \dots, m$ появления элементов среды соответствующих классов.

Описания классов элементов среды на языке структурных признаков состояются из предложений специально создаваемого языка, каждое из которых характеризует структурные особенности элементов среды, относящихся к определенным классам.

В условиях неполноты первоначальной априорной информации, когда ее объем позволяет подразделить элементы среды на классы и определить априорный словарь признаков, но недостаточен для того, чтобы путем непосредственной обработки исходных данных осуществить разбиение априорного пространства признаков на области, соответствующие классам априорного алфавита классов, и выполнить описание классов элементов среды $\Omega_1, \dots, \Omega_m$ на языке априорного словаря признаков x_1, \dots, x_N , указанное разбиение и описание классов можно осуществить на основе использования методов обучения.

Целью обучения в данном случае может являться определение разделяющих функций признакового пространства $F_i(x_1, \dots, x_N)$, $i = 1, \dots, m$ и получение информации для описания классов элементов среды на языке признаков, например, в виде сведений об априорных вероятностях появления элементов среды соответствующих классов $P(\Omega_i)$ и условных плотностях распределения вероятностей значений признаков x_1, \dots, x_N по классам $\Omega_1, \dots, \Omega_m$, то есть функциях плотностей $f_i(x_1, \dots, x_N)$, $i = 1, \dots, m$.

Процедура обучения заключается в следующем. Поскольку первоначальной априорной информации достаточно для разделения элементов среды на классы и определения априорного словаря признаков, то вначале определенное множество выбранных элементов среды, в соответствии с априорным вариантом разделения элементов среды на классы, подразделяется на непересекающиеся подмножества. На основании полученных данных составляется список классов с указанием принадлежащих каждому классу совокупностей элементов среды.

Так как априорный словарь признаков определен, то в каждой принадлежащей определенному классу совокупности элементов среды, включенной в выше упомянутый список, описывается каждый элемент среды на языке априорного словаря признаков. Таким образом, исходный список трансформируется в обучающую последовательность — обучающую выборку.

Наличие обучающей выборки позволяет реализовать процедуру обучения распознающей системы, например, по схеме «с учителем» на основе разработанного алгоритма обучения. В ходе выполнения этой процедуры распознающей системе многократно предъявляются для распознавания элементы, включенные в обучающую выборку, а «учитель» сообщает алгоритму обучения распознающей системы данные о том, к каким классам принадлежат эти элементы. В результате вырабатывается вариант описания классов на языке признаков.

Как правило, объем исходной априорной информации не позволяет получить достаточно точное описание классов, следствием чего является недостижимость требуемой точности (установленных показателей качества) решения задачи распознавания. Поэтому для уточнения описаний классов применяется процедура оценки качества обучения, так называемый «экзамен». Суть «экзамена» состоит в предъявлении распознающей системе не относящихся к обучающей последовательности неизвестных элементов среды, в осуществлении их распознавания без подсказки «учителя», в оценке «учителем» уровня безошибочности (достоверности) распознавания.

Если безошибочность распознавания не ниже требуемого уровня, то процедуру обучения следует прекратить, так как в результате обучения получено достаточно точное описание классов. В противном случае процедуру обучения следует продолжить с целью уточнения описаний классов на основе использования текущей апостериорной информации, образующейся в процессе предъявления распознающей системе неизвестных элементов среды, не включенных в ранее сформированную обучающую выборку, и корректировки результатов распознавания до тех пор, пока будет достигнут требуемый уровень достоверности распознавания.

При разработке распознающих систем для осуществления процедуры обучения можно воспользоваться библиотекой алгоритмов обучения, включающей множество эффективных алгоритмов, значительное количество из которых получено на основе применения методов стохастической аппроксимации.

Таким образом, при построении систем распознавания с обучением по схеме «с учителем», формирование рабочего алфавита классов и рабочего словаря признаков распознаваемых элементов среды представляет собой процедуру последовательных приближений и производится поэтапно с использованием итераций аналогично рассмотренной выше процедуре для систем распознавания без обучения. Отличие состоит в способе решения задачи описания классов на языке признаков.

В системе распознавания без обучения априорной информации о существующих зависимостях между классами и признаками объектов распознавания достаточно для решения на стадии проектирования распознающей системы задачи составления описания классов априорного алфавита классов на языке априорного словаря признаков, характеризующих распознаваемые элементы среды.

В системах распознавания с обучением решение указанной задачи осуществляется в процессе реализации процедуры обучения распознающей системы. При этом в условиях наличия неполной априорной информации о существующих зависимостях между классами и признаками объектов распознавания к моменту начала обучения распознающей системы, используя текущую апостериорную информацию, в процессе обучения формируется описание классов рабочего алфавита классов на языке рабочего словаря признаков, обеспечивающее получение результатов распознавания требуемого уровня достоверности в условиях имеющихся ограничений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волоченко В. А. Разработка и методы принятия оптимальных управленческих решений: Учебное пособие — М.: «Экономика и финансы», 2003 — 148 с.
2. Горелик А. Л., Крикин В. А. Методы распознавания: Учеб. пособие для вузов. — М.: Высшая школа, 2004. — 261 с.
3. Мыльник В. В., Титаренко Б. П., Волоченко В. А. Исследование систем управления: Учебное пособие для вузов. — М.: Академический Проект; Екатеринбург: Деловая книга — 2003. — 352 с.