

УДК 621.391

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКИХ АНИМАЦИОННЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ ОБЪЕКТОВ

Ермоленко А.С., Рудинский А.В.

ОАО Концерн «Океанприбор», ЗАО НПЦ «Аквamarin», Санкт-Петербург,  
e-mail: akvamarin@akvamarin-npc.ru

В работе рассматриваются методические вопросы разработки автоматических классификаторов объектов с использованием интеллектуальных подходов к их построению, например, анимационных. Рассмотрены этапы создания классификаторов. Указывается, что основу любого классификатора объектов составляет измерительная система классификационных параметров. Выработка частных решений по классификационным параметрам отражает реакцию интеллектуального классификатора на состояние внешней среды.

**Ключевые слова:** автоматическая классификация, классификационные параметры, частные решения по классификационным параметрам, класс объекта, анимационные методы классификации, искусственный интеллект, обобщенные системы, адаптация классификатора к изменениям внешней среды

**Введение.** В данной работе будет обсуждаться проблема создания автоматических анимационных классификаторов, работающих во «враждебной» среде.

В связи с тем, что существует принципиальная разница в классификации объектов и ситуаций, то в данной работе будет рассматриваться только классификация объектов, но это различие будет кратко объяснено. Оно обусловлено тем, что при классификации объектов удовлетворяются требования замкнутости мира, которое определяется системой аксиом и правил вывода, задающих совместно с синтаксическими правилами и исходным базовым множеством элементов формальную систему. Как следствие, из замкнутости описываемого мира вытекает свойство монотонности выводов утверждающее, что если на каком-либо шаге вывода (классификации) получено утверждение  $Kл1$ , то какая бы информация в дальнейшем не привлекалась бы для вывода, какие бы новые утверждения не возникали, истинность вывода о  $Kл1$  будет сохраняться, то есть: из  $\{Kл1_i \Rightarrow Kл1\}$  следует, что

$$\{Kл1_i\} \cup Kл1^* \Rightarrow Kл1,$$

где  $Kл1^*$  – любое утверждение, не входящее в  $\{Kл1_i\}$ .

Вся информация о классе объекта заключена в четверке параметров определяющих формальную систему  $E = \langle A, B, C, D \rangle$ , где  $A$  – множество базовых элементов (классификационные параметры),  $B$  – множество синтаксических правил для порождения производных элементов (правила выработки частных решений (ЧРКП)),  $C$  – множество логических аксиом (выработка гипотез о классе объекта),  $D$  – множество правил достоверного вывода (принятие решения о классе объекта), которые в замкнутом мире незыблемы и не зависят от времени.

При классификации ситуации мы имеем дело с открытым миром, в котором наша система знаний является неполной, доступной для пополнения и уточнения. В этих условиях требование монотонности вывода не выполняется, ибо в этом случае база знаний системы  $E_1$  оказывается динамической, так как она пополняется не только за счет выводимых утверждений, но и за счет пополнения из открытого мира новой информации об объекте управления и способов управления им.

В работе будет рассматриваться автоматический классификатор объектов, работающий во враждебной среде, построенный на принципах искусственного интеллекта с использованием анимационных алгоритмов. Рассмотрение таких классификаторов в начале XXI века по убеждению авторов наиболее актуально, ибо анимационные классификаторы исповедуют подход моделирования самой лучшей в природе распознающей системы – мозга человека, многократно усиленного вычислительными возможностями компьютера, а потому не имеют себе равных по эффективности.

В связи с этим в работе будут употребляться некоторые физиологические термины, связанные с работой мозга (структуры, процессы и т.д.), использование которых означает, что в описываемом классификаторе используются их математические или технические модели. Факт наличия таких моделей в классификаторе говорит только то, что эти модели апробированы на практике, но этот факт не означает, что функционирующая модель совершенна и не нуждается в доработке.

После этих предварительных замечаний можно приступить к описанию последовательности действий при разработке адаптивных автоматических классификаторов.

### **Определение объекта классификации**

Это действие выглядит странным, ибо на первый взгляд кажется очевидным и тривиальным. В самом деле, если создается классификатор, отличающий самолет-истребитель от ракеты, то объектом классификации и являются самолет-истребитель и ракета. На самом деле дело обстоит значительно сложнее, ибо в предыдущем предложении мы только назвали классы объектов, но не сказали, а что называется самолетом-истребителем или ракетой, причем, определения типа: самолет-истребитель это такое творение рук человеческих, которое летает в небе и истребляет другие изделия рук человеческих явно недостаточно для построения классификатора, так как то же самое

может делать и ракета. Дать определение объекту классификации, это прежде всего, означает назвать полный перечень параметров и определить те их значения, которые отличают его от объектов других классов. В дальнейшем эти параметры будем называть классификационными. Для самолета-истребителя или ракеты это могут быть поведенческие, тактико-технические, спектральные, радиолокационные, тепловые и другие параметры, значения, которых характерны только для объекта этого класса. Определение классификационных параметров для всех классифицируемых объектов позволяет приступить к следующему этапу построения классификаторов – этапу измерения этих параметров

### **Измерение классификационных параметров**

Это важнейшая, сложнейшая и самая дорогая часть любого технического классификатора.

Поясним эти эпитеты.

Для того, чтобы получить значения классификационных параметров их нужно измерить и оценить, причем набор измерительных инструментов чаще всего настолько сложен, что этот набор чаще всего называют измерительной системой или измерительным комплексом, причем физическая природа измерителей должна соответствовать физической природе классификационных параметров, которые, как сказано выше, составляют множество базовых элементов ( $A$ ) любого классификатора. Можно уверенно говорить о том, что без измерений и последующей оценки параметров нет классификатора.

Всегда ли можно построить измерительную систему, удовлетворяющую измерительным нуждам классификатора? Ответ отрицательный.

И причина здесь не только в том, что иногда технически трудно создать измеритель необходимого класса точности или определенных массогабаритных характеристик, но и по тому, что требуемый измеритель не

проходит по критерию цена/эффективность при существующем уровне развития науки и техники. Последнее означает, что эффект от измеренного классификационного параметра на конечный результат классификации не соответствует затратам на создание измерителя. В этом случае классификатор теряет классификационный признак, что приводит к снижению потенциальной вероятности правильной классификации.

Как правило, оценка параметров производится на уровне моментов первого и второго порядка, что позволяет вырабатывать частные решения по этим классификационным параметрам и производить оценку их значимости (взвешивание).

Выработку частного решения по классификационному параметру с номером  $k$  в пользу класса с номером  $i$  будем обозначать  $ЧРКП_{ik}(t)$ . Это означает, что система классификации объектов, используя одно из синтаксических правил множества  $V$  формирует производный элемент для последующего выдвижения гипотезы о классе объекта.

В предлагаемой форме множество выработанных ЧРКП в момент времени  $t$  следует представлять в виде матрицы предпочтений размерностью  $\dim = I \cdot K$ , где  $I$  – размерность заданного алфавита классов объектов,  $K$  – размерность алфавита классификационных параметров [1].

### Принятие решения

Измерительные системы классификатора являются аналогами органов чувств человека, а сам процесс выработки ЧРКП и их весов является аналогом обобщенной памяти человека. Независимо от того, какое техническое название имеет эта важнейшая часть классификатора (например, банк классификатора, банк данных и т.д.) она имеет и еще одно назначение – установление изоморфизма между реальным объектом и объектом классификатора, который имеет свое название (например, номер объекта), номер текущего класса и другие.

Точно также как результаты ощущений человека, так и текущие ЧРКП и их веса

поступают в модель проекционной коры, а затем в ассоциируемую кору для выработки текущей гипотезы о классе объекта (множество  $C$ ). Модель долговременной памяти гиппокампа используется для синтеза текущей и предыдущей информации о классе объекта в проекционной коре. Для повышения устойчивости принимаемого решения используется модель лимбической системы, в которой реализуется идея ускорения-торможения нейронов мозга в зависимости от веса прошедшего ощущения.

Принятое в модели проекционной коры решение о классе объекта (множество  $D$ ) выдается во внешние системы. Оно должно учитывать «враждебность» внешней среды, а значит, классификатор должен иметь систему адаптации классификатора к изменениям внешней среды, отражающую свойства изменчивости ЧРКП, приводящие к изменению конечного результата. Модель такой системы, отслеживающей «мутации» ЧРКП, является аналогом систем обратной связи между выходом и входом технических систем, должна обязательно присутствовать в автоматическом анимационном классификаторе, как важнейшая признаковая компонента его интеллектуальности.

Системы, которые обеспечивают устойчивость своего функционирования к изменениям окружающей среды, следуя Ч. Черчмену [3], называют обобщенными системами в рамках которых под интеллектом понимается способность обобщенной системы выявлять проблемные ситуации, и формировать управляющие воздействия на реагирующую часть системы с конечной (глобальной) целью обеспечения устойчивого (согласованного) развития системы в условиях изменяющейся внешней среды. Это требование устойчивости функционирования систем предъявляются к системам классификации построенных как на нейросетевых принципах, так и на брейнпьютинговой основе, а следовательно, системы классификации должны принадлежать к классу обобщенных систем.

### Заключение

Каким образом можно оценить качество автоматического анимационного классификатора?

Точно так же как оценивается интеллект человека – путем оценивания его *IQ*, причем полученная оценка *IQ* может служить нижней границей качества классификатора для последующей разработки [2].

Конечно, есть и другие показатели, которые разумно определяются заказчиком (например, вероятность правильной классификации, время классификации и другие) и которые должны безусловно выполняться исполнителем, но они отражают только отдельные технические параметры классификатора по которым трудно сравнивать качество классификаторов.

Проведение классификации по множеству объектов с одновременной оценкой их пространственно-временного положения (одно из необходимых условий), позволяет перейти к анализу текущей ситуации, что требует, как говорилось выше, другого подхода.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рудинский А.В., Ермоленко А.С. // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. – 2004. – №7-8. – С. 64.
2. Рудинский А.В., Ермоленко А.С. // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. – 2007. – №6. – С. 25.
3. Черчмен Ч. Один подход к общей теории систем // Общая теория систем. – М.: Мир, 1966. – С. 186.

## DEVELOPMENT OF AUTOMATIC ANIMATED CLASSIFIATORS OF OBJECTS

**Ermolenko A.S., Rudinski A.V.**

*OSO Concern «Ocean the instrument», «NPC» Akvamarin, Saint-Petersburg,  
e-mail: akvamarin@akvamarin-npc.ru*

Methodical questions of the development of automatic classifiers of objects with the usage of intellectual approaches for their construction (e.g., animated) are considered in the present work. Stages of the development of classifiers have been reviewed. It is pointed out that measuring system of classificational parameters is at the base of any classifier of objects. The elaboration of particular decisions concerning classificational parameters reflects the reaction of intellectual classifier to the environmental changes.

**Keywords:** Automatic classification, classificatory parameters, particular decisions concerning classificational parameters, object's class, animated methods of classification, artificial intelligence, generalized system, classifier's adaptation to environmental changes