

## **Некоторые концепции построения распознающих и классифицирующих систем**

- Принцип перечисления объектов класса
- Принцип общности свойств
- Принцип кластеризации
- Методы реализации принципов (эвристические, математические, лингвистические)

Существует несколько основных концепций построения распознающих систем:

**1. Принцип перечисления объектов класса.** Когда класс характеризуется перечнем входящих в него объектов, построение системы распознавания образов может быть основано на принципе принадлежности к этому перечню. Здесь предполагается реализация процесса автоматического распознавания образов посредством сравнения с эталоном.

Множество образов, принадлежащих одному классу, запоминаются системой распознавания. При предъявлении системе новых объектов она последовательно сравнивает их с имеющимися классами. Система относит новый объект к тому классу, к которому принадлежал находящийся в памяти системы образ, совпавший с предъявленным к распознаванию.

Конечно, этот метод позволяет построить недорогие системы распознавания, которые в отдельных задачах вполне приемлемы. Метод перечисления объектов класса работает удовлетворительно, когда выборка образов близка к идеальной. В тех случаях, когда классы состоят из большого числа признаков, реализация этого принципа является весьма нетривиальной.

**2. Принцип общности свойств.** Когда класс характеризуется некоторыми общими свойствами, присущими всем его объектам, построение системы распознавания может основываться на принципе общности свойств. Эти общие свойства можно ввести в память распознающей системы. Когда предъявляется новый объект, то выделяется набор описывающих его признаков, затем он сравнивается с признаками, заложенными в память. Таким образом, при использовании данного метода основная задача заключается в выделении ряда общих свойств по конечной выборке образов, принадлежность которых искомому классу известна. Этот метод существенно экономичнее, чем первый метод. Если все признаки, определяющие класс, можно найти по имеющейся выборке образов, то процесс распознавания сводится просто к сопоставлению по признакам. Для успешного решения задачи на основе этого метода следует изучить признаковое пространство и выбрать в некотором смысле оптимальный набор признаков.

**3. Принцип кластеризации.** Когда при рассмотрении классов обнаруживается тенденция к образованию кластеров в пространстве образов, построение системы распознавания может основываться на принципе кластеризации. Система распознавания, основанная на реализации данного принципа, определяется взаимным пространственным расположением отдельных классов. Если классы расположены относительно далеко друг от друга, то с успехом можно воспользоваться простыми алгоритмами распознавания, например по принципу минимального расстояния. Если классы перекрываются, то это является результатом неполноценности доступной информации, поэтому степень перекрытия иногда удается уменьшить, увеличив количество и качество измерений параметров объектов.

Для реализации рассмотренных основных принципов построения распознающих систем существуют три основных типа методологии: эвристическая, математическая, лингвистическая (синтаксическая). Иногда распознающие системы создаются на основе комбинаций этих методов.

**а) Эвристические методы.** За основу эвристического подхода взяты интуиция и опыт человека-исследователя. В них используются принципы перечисления объектов и общности свойств. Обычно системы, построенные на основе этих методов, рассчитаны на конкретную задачу и содержат специфические процедуры. Каждая задача имеет свою специфическую структуру, поэтому каждый раз требуется определить систему заново, что требует значительной подготовленности разработчиков.

**б) Математические методы.** В основу математического подхода положены правила классификации, которые формулируются и выводятся в рамках определенного математического формализма. Этим свойством данный подход отличается от эвристического. Математические методы построения распознающих систем можно разделить на два класса: детерминистские и статистические.

Детерминистский подход базируется на математическом аппарате, не исключающем в явном виде статистические свойства изучаемых классов образов.

Статистический подход основывается на математических правилах классификации, которые формулируются и выводятся в терминах математической статистики. Построение статистической распознающей системы в общем случае предполагает использование Байесовского классификационного правила и его разновидностей. Это правило обеспечивает получение оптимального классификатора в тех случаях, когда известны плотности распределения для всех совокупностей образов и вероятности появления образов для каждого класса.

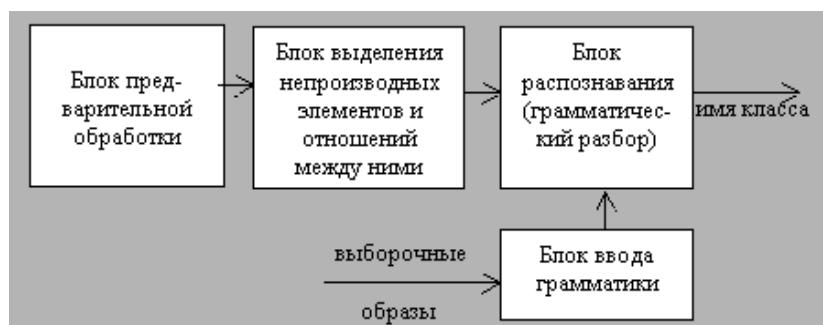
**в) Лингвистические (синтаксические) методы.** Если описание образов производится с помощью подобразов и отношений на них, то для построения автоматических систем распознавания применяется синтаксический подход с использованием принципа общности свойств. Признаками служат подобразы, называемые непроизводными элементами, а также отношения между ними, характеризующие структуру образа. Для описания образов через непроизводные элементы и их отношения можно использовать некоторый “язык” образов. Правила такого языка, позволяющие составлять образы из непроизводных элементов, называются грамматикой. При этом образ представляется некоторым предложением в соответствии с действующей грамматикой. Другими словами образ можно описать с помощью иерархической структуры подобразов, аналогичной синтаксической структуре языка. Это обстоятельство позволяет применять при решении задачи распознавания образов теорию формальных языков. Ключевыми моментами данного подхода являются выбор подобразных элементов образа, объединение этих элементов и связывающих их отношений в грамматике образов и, наконец, реализация в соответствующем языке процессов анализа и распознавания. Для распознавания некоторого образа необходимо в первую очередь определить его непроизводные элементы и отношения между ними, после чего следует провести синтаксический анализ с тем, чтобы установить согласуется ли описание образа с грамматикой, которая могла бы его породить. Такой анализ часто называется “грамматическим разбором”.

Синтезировать грамматику можно, опираясь на априорные сведения об образах или на результаты анализа некоторого конечного множества репрезентативных образов.

Структурная схема лингвистической системы распознавания приведена ниже (рис. 1.1).

Такой подход особенно полезен при работе с образами, которые либо не могут быть описаны числовыми измерениями, либо столь сложны, что их локальные признаки идентифицировать не удается, и приходится обращаться к глобальным свойствам объектов.

Мы будем рассматривать в основном второй подход, основанный на математических методах. Следует заметить, что глубокое понимание других методов способствует разработчику более эффективно строить распознающие системы.



### Рис.1.1. Структурная схема лингвистической системы распознавания

Выбор метода для построения распознающей системы еще не решает до конца проблему разработки (написания) программы и ее реализации. В большинстве случаев мы встречаемся с нечеткими объектами-образами, представляющими каждый из рассматриваемых классов. В таких ситуациях используются методы распознавания, называемые “обучение с учителем”. В случае обучения с учителем система обучается распознавать образы с помощью разного рода аддитивных схем. Важное место имеют обучающие множества объектов, классификация которых известна, а также реализация соответствующей процедуры обучения.

Для каждого из отличающихся друг от друга объектов задаются их описания  $S_{i_1}, S_{i_2}, \dots, S_{i_m}$ , причем каждому ставится в соответствии метка, указывающая класс  $K_i$ , к которому он принадлежит. Множество таких объектов называют обучающим множеством. Это множество следует использовать в процессе разработки распознающей системы. Говорят, что такая система имеет учителя, знающего, к каким классам относятся на самом деле соответствующие объекты. В процессе обучения система должна научиться отображать входную информацию (предъявленный объект) в “свои” классы. Система также должна отображать и другие объекты - не входящие в обучающее множество - в соответствующие “свои” классы. Результат распознавания зависит также от размера обучающего множества. Этот подход часто используется в задаче распознавания при замене человека какой-либо технической системой.

В некоторых прикладных задачах принадлежность к определенным классам объектов обучающего множества неизвестна. В таких случаях, весьма удачно работают методы, называющиеся *распознаванием без учителя*. В отличие от методов распознавания с учителем, в случае распознавания без учителя требуется на основе информации об объектах определить и изучить имеющиеся классы образов.

Случай распознавания без учителя возникает, если примеры, подлежащие анализу, не снабжены метками, указывающими их принадлежность к классу (*обучение без учителя*). Такая ситуация иногда также связана с тем, что неизвестно, отличаются ли некоторые классы друг от друга. Примерами служат астрономические или экономические данные, когда следует обнаружить наличие изучающих центров или определенных ситуаций соответственно. Для решения таких задач можно воспользоваться методами кластерного анализа. Случай обучения без учителя возникает и при решении задач распознавания на основе данных произвольного характера.

Надо учитывать, что обучение происходит только на этапе построения системы распознавания. Как только система, работая с обучающим множеством образов, добивается приемлемых результатов, ей предлагается реальная задача распознавания с контрольной выборкой объектов. Естественно, качество распознавания будет зависеть от того, насколько хорошо обучающие образы представляют реальные данные, с которыми система будет сталкиваться в процессе работы. Ряд задач, связанных с анализом исходных данных, имеющихся у разработчика распознающих систем, на предварительном этапе называются задачами кластерного анализа, таксономии или классификаций.