

Лекция 3.

Системы распознавания образов (идентификации)

- Понятие образа. Проблема обучения распознаванию образов. Геометрический и структурный подходы. Гипотеза компактности. Обучение и самообучение. Адаптация и обучение.
- Методы обучения распознаванию образов - перцептроны, нейронные сети, метод потенциальных функций, метод группового учета аргументов, метод предельных упрощений, коллективы решающих правил.
- Методы и алгоритмы анализа структуры многомерных данных - кластерный анализ, иерархическое группирование.

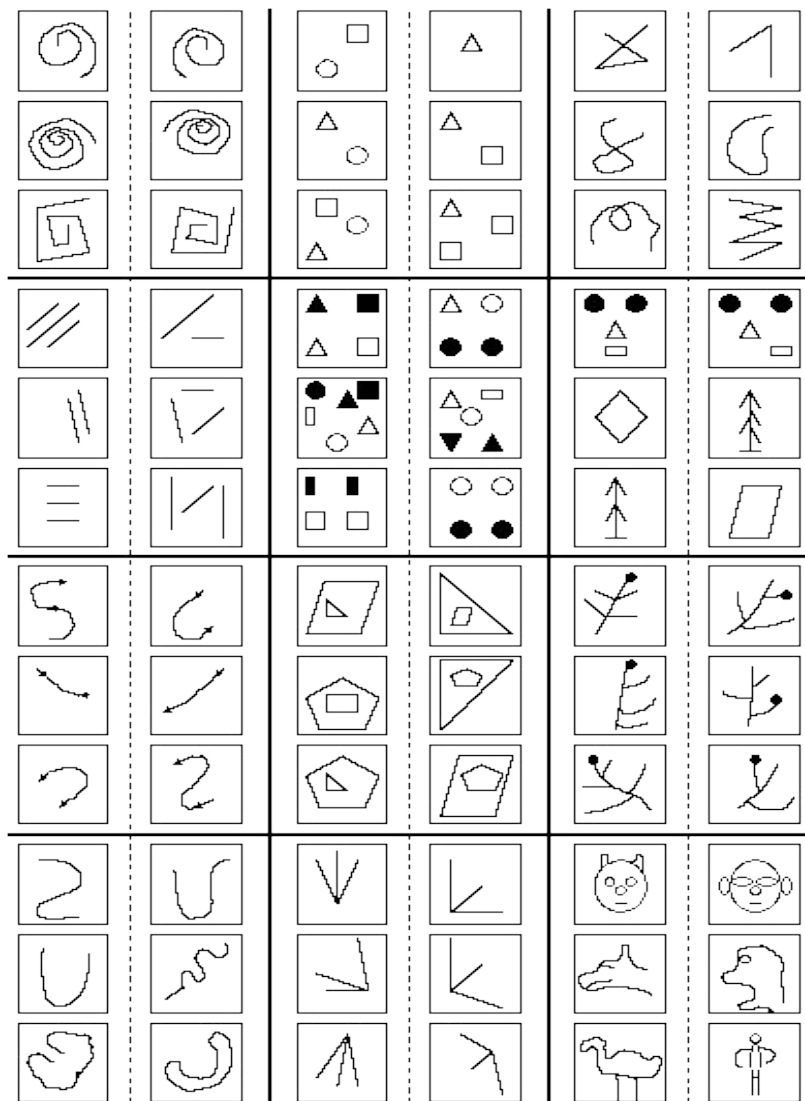
Понятие образа

Образ(класс) — классификационная группировка в системе классификации, объединяющая (выделяющая) определенную группу объектов по некоторому признаку.

Образное восприятие окружающего мира, позволяющее разобраться в огромном потоке информации, основывается на умении классифицировать объекты, ощущения, явления по некоторым признакам и разбивать их на группы похожих по некоторым признакам, но не тождественным явлениям.

В литературе, посвященной проблеме обучения распознавания образов (ОРО), часто вместо понятия образа вводится понятие класса.

Проблема обучения распознаванию образов



На рисунке представлены 12 задач, в которых следует отобрать признаки, при помощи которых можно отличить левую триаду картинок от правой. Решение данных задач требует моделирования логического мышления в полном объеме.

Рис. 1.

Проблема обучения распознаванию образов. Часть 2

Проблема распознавания образов

Обучение распознаванию.

Осуществляется путем показа отдельных объектов с указанием их принадлежности тому или другому образу.

В результате распознающая система должна приобрести способность реагировать одинаковыми реакциями на все объекты одного образа и различными — на все объекты различных образов.

Собственно распознавание

Проблема обучения распознаванию образов. Часть 3

Круг задач, которые могут решаться с помощью распознающих систем, чрезвычайно широк.

Сюда относятся не только задачи распознавания зрительных и слуховых образов, но и задачи распознавания сложных процессов и явлений, возникающих, например, при выборе целесообразных действий руководителем предприятия или выборе оптимального управления технологическими, экономическими, транспортными или военными операциями.

В каждой из таких задач анализируются некоторые явления, процессы, состояния внешнего мира, всюду далее называемые объектами наблюдения.

Прежде чем начать анализ какого-либо объекта, нужно получить о нем определенную, каким-либо способом упорядоченную информацию. Такая информация представляет собой характеристику объектов, их отображение на множестве воспринимающих органов распознающей системы.

Проблема обучения распознаванию образов. Часть 4

Каждое отображение какого-либо объекта на воспринимающие органы распознающей системы, независимо от его положения относительно этих органов, принято называть изображением объекта, а множества таких изображений, объединенные какими-либо общими свойствами, представляют собой образы.

Ситуацией принято называть некоторую совокупность состояний сложного объекта, каждая из которых характеризуется одними и теми же или схожими характеристиками объекта.

Выбор исходного описания объектов является одной из центральных задач проблемы ОРО.

При удачном выборе исходного описания (пространства признаков) задача распознавания может оказаться тривиальной и, наоборот: неудачно выбранное исходное описание может привести либо к очень сложной дальнейшей переработке информации, либо вообще к отсутствию решения.

Геометрический и структурный подходы

Любое изображение, которое возникает в результате наблюдения какого-либо объекта в процессе обучения, можно представить в виде вектора, а значит и в виде точки некоторого **пространства признаков**.

Если утверждается, что при показе изображений возможно однозначно отнести их к одному из двух (или нескольких) образов, то тем самым утверждается, что в некотором пространстве существует две (или несколько) области, не имеющие общих точек, и что изображения — точки из этих областей. Каждой такой области можно приписать наименование, т. е. дать название, соответствующее образу.

Проинтерпретируем теперь в терминах геометрической картины процесс обучения распознаванию образов, ограничившись пока случаем распознавания только двух образов. Заранее считается известным лишь только то, что требуется разделить две области в некотором пространстве и что показываются точки только из этих областей. Сами эти области заранее не определены, т. е. нет каких-либо сведений о расположении их границ или правил определения принадлежности точки к той или иной области.

Геометрический и структурный подходы. Часть 2

В ходе обучения предъявляются точки, случайно выбранные из этих областей, и сообщается информация о том, к какой области принадлежат предъявляемые точки. Никакой дополнительной информации об этих областях, т. е. о расположении их границ, в ходе обучения не сообщается. Цель обучения состоит либо в построении поверхности, которая разделяла бы не только показанные в процессе обучения точки, но и все остальные точки, принадлежащие этим областям, либо в построении поверхностей, ограничивающих эти области так, чтобы в каждой из них находились только точки одного образа.

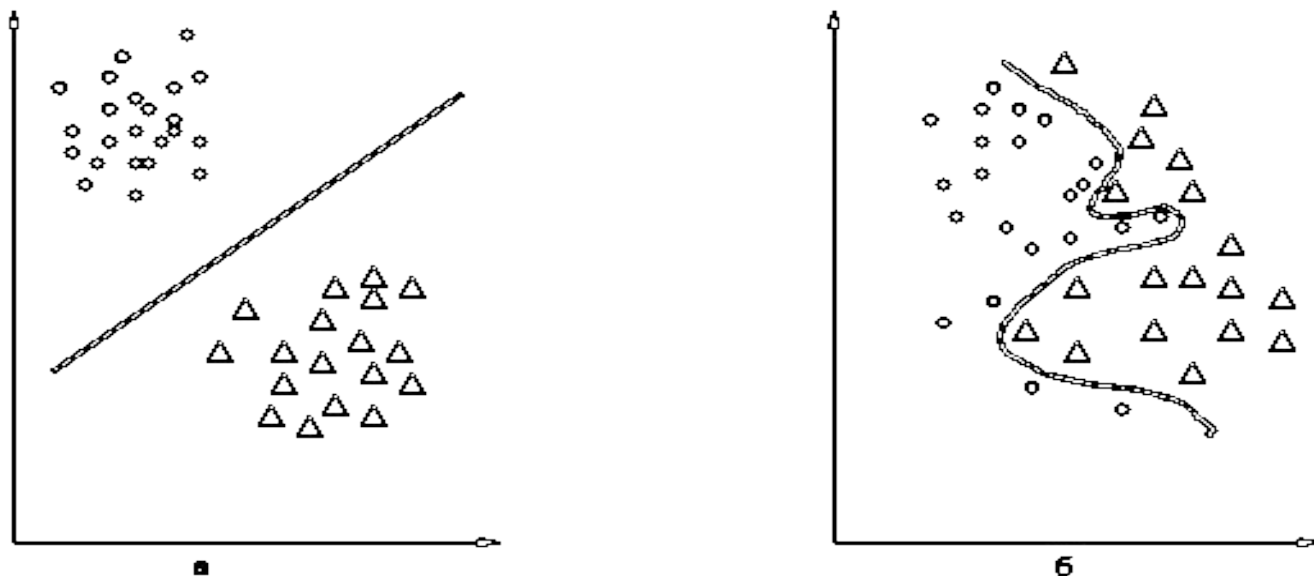


Рис. 2

Геометрический и структурный подходы. Часть 3

На первый взгляд кажется, что знание всего лишь некоторого количества точек из области недостаточно, чтобы отделить всю область. Действительно, можно указать бесчисленное количество различных областей, которые содержат эти точки, и как бы ни была построена по ним поверхность, выделяющая область, всегда можно указать другую область, которая пересекает поверхность и вместе с тем содержит показанные точки.

Разумеется, решение таких задач требует введения определенных ограничений на классе рассматриваемых функций, а выбор этих ограничений зависит от характера информации, которую может добавить учитель в процессе обучения. Одной из таких подсказок является гипотеза о компактности образов.

Интуитивно ясно, что аппроксимация разделяющей функции будет задачей тем более легкой, чем более компактны и чем более разнесены в пространстве области, подлежащие разделению. Так, например, в случае, показанном на Рис. а, разделение заведомо более просто, чем в случае, показанном на Рис. б. Действительно, в случае, изображенном на Рис. а, области могут быть разделены плоскостью, и даже при больших погрешностях в определении разделяющей функции она все же будет продолжать разделять области.

Геометрический и структурный подходы. Часть 4

Наряду с геометрической интерпретацией проблемы обучения распознаванию образов существует и иной подход, который назван структурным, или лингвистическим.

Сначала выделяется набор исходных понятий — типичных фрагментов, встречающихся на изображениях, и характеристик взаимного расположения фрагментов — "слева", "снизу", "внутри" и т. д. Эти исходные понятия образуют словарь, позволяющий строить различные логические высказывания, иногда называемые предположениями.

Задача состоит в том, чтобы из большого количества высказываний, которые могли бы быть построены с использованием этих понятий, отобрать наиболее существенные для данного конкретного случая.

Далее, просматривая конечное и по возможности небольшое число объектов из каждого образа, нужно построить описание этих образов. Построенные описания должны быть столь полными, чтобы решить вопрос о том, к какому образу принадлежит данный объект. При реализации лингвистического подхода возникают две задачи: задача построения исходного словаря, т. е. набор типичных фрагментов, и задача построения правил описания из элементов заданного словаря.

Гипотеза компактности

Если предположить, что в процессе обучения пространство признаков формируется исходя из задуманной классификации, то тогда можно надеяться, что задание пространства признаков само по себе задает свойство, под действием которого образы в этом пространстве легко разделяются. Именно эти надежды по мере развития работ в области распознавания образов стимулировали появление гипотезы компактности, которая гласит:

образам соответствуют компактные множества в пространстве признаков. Под компактным множеством пока будем понимать некие "сгустки" точек в пространстве изображений, предполагая, что между этими сгустками существуют разделяющие их разряжения.

Обучение и самообучение. Адаптация и обучение

Все картинки, представленные на Рис. 1, характеризуют задачу обучения. В каждой из этих задач задается несколько примеров (обучающая последовательность) правильно решенных задач.

Если бы удалось подметить некое всеобщее свойство, не зависящее ни от природы образов, ни от их изображений, а определяющее лишь их способность к делимости, то наряду с обычной задачей обучения распознаванию, с использованием информации о принадлежности каждого объекта из обучающей последовательности тому или иному образу можно было бы поставить иную классификационную задачу — так называемую задачу обучения без учителя.

Обучение и самообучение. Адаптация и обучение

Задачу такого рода на описательном уровне можно сформулировать следующим образом:

Системе одновременно или последовательно предъявляются объекты без каких-либо указаний об их принадлежности к образам.

Входное устройство системы отображает множество объектов на множество изображений и, используя некоторое заложенное в нее заранее свойство разделимости образов, производит самостоятельную классификацию этих объектов.

После такого процесса самообучения система должна приобрести способность к распознаванию не только уже знакомых объектов (объектов из обучающей последовательности), но и тех, которые ранее не предъявлялись.

Обучение и самообучение. Адаптация и обучение.

Обучением обычно называют процесс выработки в некоторой системе той или иной реакции на группы внешних идентичных сигналов путем многократного воздействия на систему внешней корректировки.

Такую внешнюю корректировку в обучении принято называть "поощрениями" и "наказаниями". Механизм генерации этой корректировки практически полностью определяет алгоритм обучения.

Самообучение отличается от обучения тем, что здесь дополнительная информация о верности реакции системе не сообщается.

Обучение и самообучение. Адаптация и обучение.

Адаптация — это процесс изменения параметров и структуры системы, а возможно, и управляющих воздействий на основе текущей информации с целью достижения определенного состояния системы при начальной неопределенности и изменяющихся условиях работы.

Обучение — это процесс, в результате которого система постепенно приобретает способность отвечать нужными реакциями на определенные совокупности внешних воздействий, а адаптация — это подстройка параметров и структуры системы с целью достижения требуемого качества управления в условиях непрерывных изменений внешних условий.