

ТУБ 1

1.1 Общие положения принятия решений и распознавания образов

Устойчивое словосочетание «принятие решений» в настоящее время используется во многих областях нашей жизни и в каждой из них имеет свои специфические особенности. В данной учебной дисциплине рассматриваются способы принятия решений в условиях неполноты информации, которую необходимо дополнить для возможности принятия решений. Здесь принятие решений будет выполняться посредством автоматического распознавания образов. Его реализация техническими средствами может быть осуществлена путем моделирования операций, выполняемых живыми организмами в процессе взаимодействия и восприятия окружающего мира. Наиболее естественно положить в основу модели распознавания способности человека и его реакции на окружающую действительность. Дополнительным аргументом в пользу такого подхода явилось стремление возложить функции человека на автоматические устройства в тех областях, где условия работы однообразны, утомительны или опасными для жизнедеятельности людей.

Распознавание как научное направление включает в себя большое число различных дисциплин и использует методы, характерные для каждой из них. Для того чтобы свести воедино отдельные составные части, можно дать следующее общее определение понятию распознавания образов. *Будем полагать, что это есть совокупность методов и средств, позволяющих, как минимум, достигнуть, а если удастся, то и превзойти естественные средства восприятия и анализа окружающего мира живыми организмами.*

Процедура восприятия образов предшествует процессу распознавания, после чего следует процесс идентификации. К прикладным задачам, связанным с данным научным направлением, относятся такие, как: автоматическое чтение текстов и их синхронный перевод на разные языки, восприятие техническим устройством слитной речи, автоматизация медицинской диагностики, дистанционная идентификация объектов, интерпретация социологических данных, криминалистика и др.

В соответствии с характером распознаваемых образов соответствующие им процедуры можно разделить на два основных типа: *распознавание конкретных объектов* и *распознавание абстрактных объектов*. В данном учебном материале рассматриваются вопросы, относящиеся только к *конкретным объектам*.

В процессе распознавания участвует не сам объект, а некоторое его приближение, называемое *образом*. В алгоритмах распознавания образ представляется набором характеристик (признаков). Специфика задач распознавания образов заключается в следующем: с одной стороны приходится принимать решение в условиях неполноты информации; а с другой – число признаков, характеризующих один объект, может быть очень большим. Поэтому требуется выбрать ограниченное количество признаков, с помощью которых удастся принять максимально верное решение.

В задачах распознавания образов выделяют два основных направления.

1. Изучение способностей к распознаванию, которыми обладают живые организмы.

2. Развитие теории и методов построения устройств, предназначенных для решения отдельных задач распознавания образов в определенных прикладных областях.

1.2 Объекты в распознавании образов

Если рассматривать проблему распознавания в общем виде, то ее можно сформулировать как задачу разработки процедуры, позволяющей разбивать множество объектов на классы, считая, что разбиение существует. Хотя это не всегда выполнимо, так как не любая задача может быть формализована. Поэтому проблема распознавания в самом общем виде является неразрешимой.

Несмотря на многообразие методов распознавания образов, их можно разделить на две группы. Первая основана на понятии пространства признаков и их обработки в этом пространстве. Вторая – на исследовании конструкции рассматриваемых образов (синтаксическое распознавание), она будет рассматриваться позже.

Для первой группы методов в качестве основополагающей принята гипотеза о возможности представления образа в виде вектора, принадлежащего множеству V . Множество векторов, состоит из N таких подмножеств, что каждый вектор, отнесенный в результате классификации к j -ому классу, принадлежит подмножеству E_j . Свойства множества V могут быть записаны в виде:

$$\bigcup_{i=1}^N E_i = V, E_i \cap E_j = \emptyset \ (\forall i \neq j).$$

Очевидно, что число различных характеристик объекта может быть очень большим. На практике выбирают ограниченное множество признаков объекта.

Будем рассматривать совокупность признаков объекта как множество S : $S = \{c_1, c_2, \dots, c_p\}$, где p – количество признаков объекта. Признаки могут иметь различные типы: количественный, вероятностный, двоичный. Обозначим через M пространство измерений, элементами m_i которого являются результаты определения одного из возможных значений признака c_i .

Практически используются не все признаки, а лишь те, которые являются определяющими для дальнейших процедур распознавания. Существенные признаки образуют сокращенное множество Y , отличное от множества S .

$$|Y| < |S|. Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}.$$

На рис. 1 приведена структура процесса распознавания.

В пространстве Δ выполняется сравнение значений признаков в соответствии с критериями, разработка которых представляет

самостоятельную задачу. Результатом сравнения является отнесение объекта к тому или иному классу.

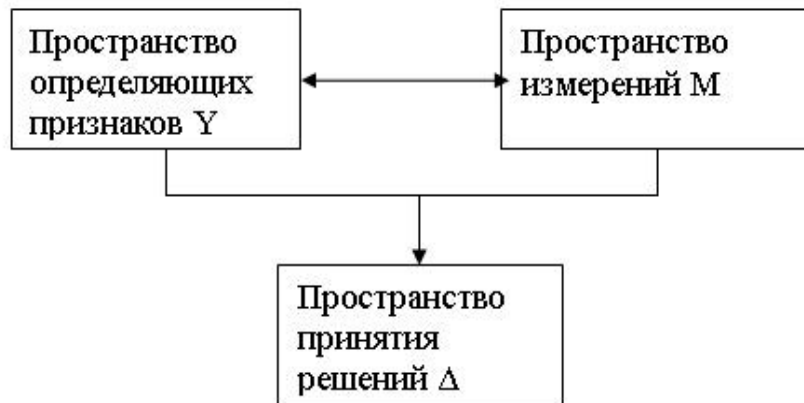
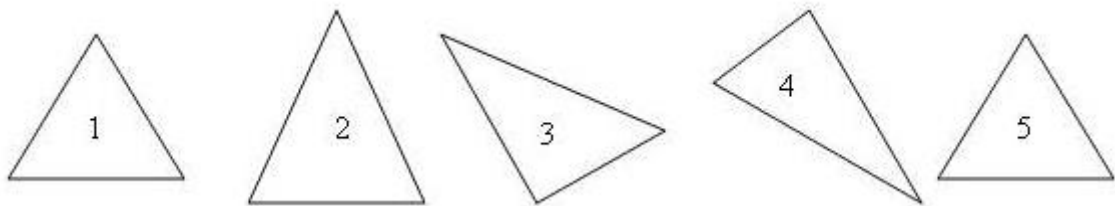


Рис. 1 – Структура процесса распознавания образов

Рассмотрим пример распознавания образов с помощью их классификации.

Дано множество $\{F\}$ – пять треугольников.



$Y = \{y_1, y_2, y_3\}$ – длины сторон, являющиеся определяющими признаками для распознавания образов. Измерив длины, получаем M :

$M_1 = \{2, 2, 2\}$, $M_2 = \{1, 2, 1.5\}$, $M_3 = \{2, 3, 1.5\}$, $M_4 = \{1, 3.5, 4\}$, $M_5 = \{2, 2, 1\}$.

По результатам измерений выделим три класса объектов: X_1 – равносторонние треугольники; X_2 – равнобедренные треугольники; X_3 – остальные треугольники.

Здесь попутно выполнена и идентификация, которая имеет смысл, если классы поименованы. На этапе распознавания обычно бывает достаточно разделения пространства на отдельные области.

1.3 Расстояние между классами

Одной из важных операций в процессе решения задачи распознавания образов является операция выявления общих характеристик предъявляемых объектов. Отнесение их к одному классу может рассматриваться как обобщение исходных данных. Для этой операции характерны два связанных действия – объединение подобных и отделение отличающихся объектов. Понятия подобия и сходства должны быть по возможности формализованы. Для этого используется термин “расстояние”. Чем меньше расстояние между объектами x и y , тем больше между ними сходство.

В процессе классификации необходимо решать вопросы о качестве получаемого группирования. Для оценки его характеристик можно использовать показатель среднеквадратичного отклонения вида:

$$J = \sum_{j=1}^N \sum_{x \in E_j} \left\| \bar{x} - \bar{m}_j \right\|^2,$$

где N – число рассматриваемых областей. E_j – множество значений, принадлежащих области j , \bar{m}_j – средний вектор множества j .

$$\bar{m}_j = \frac{1}{N_j} \sum_{x \in E_j} \bar{x}, \quad N_j - \text{число значений в } E_j.$$

Понятие расстояние между классами вводится исходя из гипотезы о том, что оно должно обеспечивать выполнение следующих двух условий, которые одновременно являются и свойствами классификации.

1. *Компактность* выражается в том, что векторы (точки), представляющие объекты одного класса, расположены друг к другу ближе, чем к точкам, относящимся к другим классам.

2. *Сепарабельность* означает, что классы ограничены и не пересекаются между собой.

На практике оба эти свойства выполняются не всегда, так как зависят от того, насколько удачно выбраны признаки объектов. Понятие расстояния позволяет оценить степень сходства как между отдельными реализациями, так и между целыми классами. С точки зрения распознавания образов можно полагать, что чем меньше расстояние между образами, тем больше у них общего.

Расстояние используется как средство оценки того, насколько близки между собой два класса или два образа. Широкий диапазон решаемых задач потребовал использования различных способов нахождения расстояния между объектами. Ниже приводятся три из них, которые используются наиболее часто при распознавании образов.

$$1. d_1 - \text{Евклидово расстояние, } d_1(\bar{X}_i, \bar{X}_j) = \left\{ \sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|^2 \right\}^{1/2};$$

$$2. d_2 - \text{расстояние по Манхэттену, } d_2(\bar{X}_i, \bar{X}_j) = \sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|;$$

$$3. d_3 - \text{Чебышевское расстояние, } d_3(\bar{X}_i, \bar{X}_j) = \max_k |x_{ik} - x_{jk}|;$$

где \bar{X}_i и \bar{X}_j – векторы, между которыми оценивается расстояние, а x_{ik} и x_{jk} – k -ые составляющие векторов \bar{X}_i и \bar{X}_j соответственно.

1.4 Обучение в решении задачи классификации

Методы распознавания, входящие в обе группы, связаны с процедурой *обучения*, в задачу которой входит постепенное усовершенствование алгоритма разделения предъявляемых объектов на классы. Массив исходных данных состоит из двух частей: *обучающей выборки* и *тестовой выборки*, используемой в процессе испытаний.

Если совокупность классов известна заранее, то обучение называют *контролируемым (обучение “с учителем”)*. Если классы, составляющие обучающую выборку, не известны заранее до начала процедуры классификации, то обучение называют *неконтролируемым, самообучением* или *“без учителя”*.

Главная особенность контролируемого метода классификации заключается в неременном наличии “справочных” сведений о принадлежности к определенному классу каждого вектора измерений, входящего в обучающую выборку. Роль обучающего состоит в том, чтобы создать такую систему, которая позволила бы каждый вектор измерений из тестовой выборки отнести к одному из уже известных классов. Задача заключается в уточнении и оптимизации процедуры принятия решений. В основу процедуры положено понятие расстояния от рассматриваемой точки до границы, отделяющей пространство, характеризуемое определенными признаками.

В обучении без учителя алгоритм самостоятельно устанавливает классы, на которые делится исходное множество, и одновременно определяет присущие им признаки. Для разделения данных требуются критерии. При таком разделении неизвестны ни классы, ни их количество. Поэтому процесс организуется так, чтобы среди всех возможных вариантов найти такой, при котором группы обладают наибольшей компактностью и сепарабельностью.

Если классификация, полученная на каком-то этапе решения задачи, неудовлетворительная, то следует вернуться к одному из предыдущих этапов с учетом имеющейся или полученной, но ранее не использованной информации. Каждое возвращение на предыдущий шаг характеризуется определенной ценой, в качестве которой можно принять расстояние, отделяющее конечный этап от того, с которого начинается новый цикл. Процедура классификации не всегда сходится по причинам, указанным ранее. На рисунке 2 приведена общая структурная схема алгоритма обучения.



Рисунок 2 – Схема процесса обучения