

12.1 Принципы классификации и типы систем распознавания

Для того чтобы облегчить решение всех вышеперечисленных задач (см. ТУБ 11), связанных с созданием систем распознавания, качественнее выбирать признаки объектов распознавания, планировать использование как априорной, так и апостериорной информации, необходимо уметь классифицировать СР и знать связи между ними. Однако взаимосвязи могут принимать различные формы и иметь свои особенности. Начнем с классификации СР, что позволит разобраться в их структуре, понять взаимосвязи и решать поставленные задачи.

В основе любой классификации лежат определенные принципы, для классификации СР будем использовать следующие из них:

1. Однородность информации для описания распознаваемых объектов или явлений.
2. Способ получения апостериорной информации.
3. Количество первоначальной априорной информации.
4. Характер информации о признаках распознавания.

Первый принцип подразумевает различную или единую физическую природу информации. В связи с ним СР делятся на простые и сложные. Простые СР характеризуются единой физической природой признаков. Для простых систем распознавания не обязательно использовать вычислительную технику. Их можно реализовать в виде механических или электромеханических устройств. Однако компьютерные реализации оказываются предпочтительнее, если наряду с задачей распознавания в системе решаются и другие более сложные задачи. Сложные СР характеризуются физической неоднородностью признаков.

По второму принципу классификации сложные СР делятся на одноуровневые и многоуровневые. Одноуровневая СР включает в себя:

- разнородные по физической природе измерители;
- априорное описание классов распознаваемых объектов;
- алгоритм классификации;
- систему автоматического управления.

Многоуровневые СР отличаются от одноуровневых тем, что в них не все признаки, полученные от разнородных физических измерителей, используются непосредственно для решения задачи распознавания. Здесь на основе объединения и обработки признаков нескольких измерителей могут быть получены вторичные признаки, которые или используются в алгоритме классификации, или сами служат основой для дальнейшего объединения. В результате чего образуются новые уровни, определяющие многоуровневость СР. При этом подсистемы, которые осуществляют объединение признаков, также могут представлять собой устройства распознавания в виде локальных СР. Таким образом, в одноуровневых СР апостериорная информация о

признаках распознаваемого объекта формируется непосредственно путем обработки прямых измерений, а в многоуровневых СР аналогичная информация формируется на основе косвенных измерений как результат функционирования вспомогательных распознающих устройств. Например, измерение дальности радиолокатором по времени задержки излученного импульса.

По третьему принципу классификации решается вопрос о том, достаточно или нет априорной информации для определения априорного алфавита классов, построения априорного словаря признаков и описания каждого класса на языке этих признаков в результате непосредственной обработки исходных данных. В соответствии с этим СР делятся на:

- системы без обучения;
- обучающиеся системы;
- самообучающиеся системы.

Заметим, что многоуровневые сложные СР однозначно нельзя разделить на указанные классы, так как каждая из локальных СР, входящих в их состав, сама может представлять как систему без обучения, так и систему обучающуюся или самообучающуюся.

Для построения систем без обучения необходимо располагать полной первоначальной априорной информацией. Для обучающихся систем характерна ситуация, когда априорной информации не хватает для описания распознаваемых классов на языке признаков. Возможны случаи, когда информации хватает, однако делать упомянутое описание нецелесообразно или трудно. Исходная информация для таких систем представляется в виде набора объектов w_1, w_2, \dots, w_l , распределенных по m классам:

$$\begin{array}{ll} (w_1, w_2, \dots, w_r) & W_1 \\ (w_{r+1}, w_{r+2}, \dots, w_q) & W_2 \\ & \dots\dots\dots \\ (w_{g+1}, w_{g+2}, \dots, w_l) & W_m \end{array}$$

Цель обучения и ее достижение для обучающихся систем заключаются в определении разделяющих функций

$$F_i(X_1, X_2, \dots, X_n), \text{ где } i = 1, 2, \dots, m \text{ (номер класса).}$$

Определение разделяющей функции осуществляется путем многократного предъявления системе объектов из набора w_1, w_2, \dots, w_l с указанием, какому классу они принадлежат. На стадии создания системы работают с “учителем”, осуществляющим тренировку СР на основе обучающей выборки, и прежде, чем система будет применяться, должен пройти этап обучения. На рис. 1 изображена схема обучающейся системы распознавания. Где

- W – неизвестные распознаваемые объекты;
- U – учитель;
- OO – обучающие объекты;

ТС – технические средства, включающие в себя измерители признаков распознавания;

АПРФ – алгоритм построения разделяющих функций;

АО – априорное описание классов распознаваемых объектов;

САУ – система автоматического управления;

АК – алгоритм классификации.

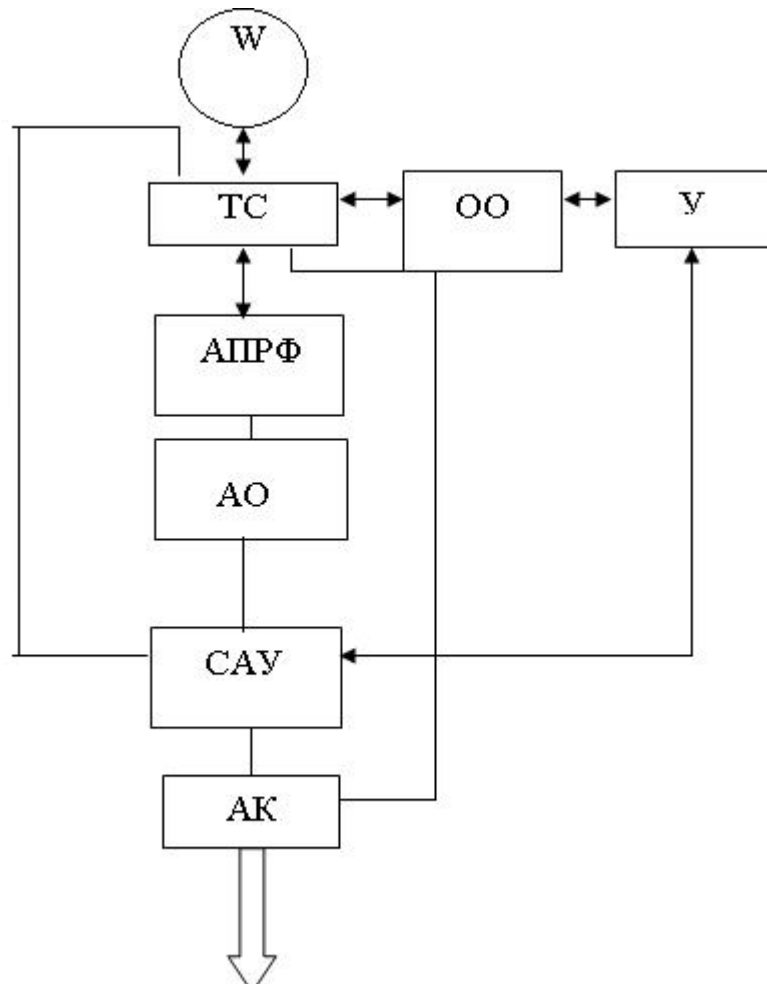


Рис. 1 – Система распознавания с «учителем»

В отличие от систем без обучения и систем, обучающихся с учителем, для самообучающихся систем характерна недостаточность информации для формирования не только описаний классов, но даже алфавита классов. Определен только словарь признаков распознавания. Однако для организации процесса обучения задается все-таки некоторый набор правил, в соответствии с которым система сама вырабатывает классификацию. Для этих систем так же, как и для предыдущих, существует период обучения. Характерно наличие периода самообучения, когда системе предъявляются объекты обучающей последовательности, только при этом не указывается принадлежность их к каким-либо классам. Функциональная схема самообучающейся системы приведена на рис. 2. В дополнение к обозначениям, введенным на рис. 1, здесь

ОС – объекты самообучения;

ПК – правила классификации;

АФК – алгоритм формирования классов.

Примером самообучающейся системы может быть система разделения на классы промышленных предприятий для сравнительного анализа эффективности их функционирования. При этом в качестве правил классификации могут быть указания либо о равенстве объемов выпускаемой продукции, либо о равенстве численности рабочих и т.п.

Завершая рассмотрение классификации СР по количеству первоначальной априорной информации, следует отметить, что СР, в которых недостаточно информации для назначения словаря признаков, не существует. Без этого не создается никакая система.

По четвертому принципу СР классифицируются по характеру информации о признаках распознавания. В этом аспекте они делятся на:

- детерминированные;
- вероятностные;
- логические;
- структурные (лингвистические);
- комбинированные.

Рассмотрим особенности, присущие каждому типу СР.

Детерминированные системы.

а) Метод решения задачи распознавания: использование геометрических мер близости;

б) Метод априорного описания классов: координаты векторов-эталонов по каждому из классов или координаты всех объектов, принадлежащих классам (наборы эталонов по каждому классу).

Вероятностные системы.

а) Метод решения задачи распознавания: вероятностный, основанный на вероятностной мере близости (средний риск);

б) Метод априорного описания классов: вероятностные зависимости между признаками и классами.

Логические системы.

а) Метод решения задачи распознавания: логический, основанный на дискретном анализе и исчислении высказываний;

б) Метод априорного описания классов: логические связи, выражаемые через систему булевых уравнений, где признаки – переменные, классы – неизвестные величины.

Структурные (лингвистические) системы.

а) Метод решения задачи распознавания: грамматический разбор предложения, описывающего объект на языке непроемных структурных элементов с целью определения его правильности.

б) Метод априорного описания классов: подмножества предложений, описывающих объекты каждого класса.

Комбинированные системы.

а) Метод решения задачи распознавания: специальные методы вычисления оценок;

б) Метод априорного описания классов: табличный, предполагающий использование таблиц, содержащих классифицированные объекты и их признаки (детерминированные, вероятностные, логические).

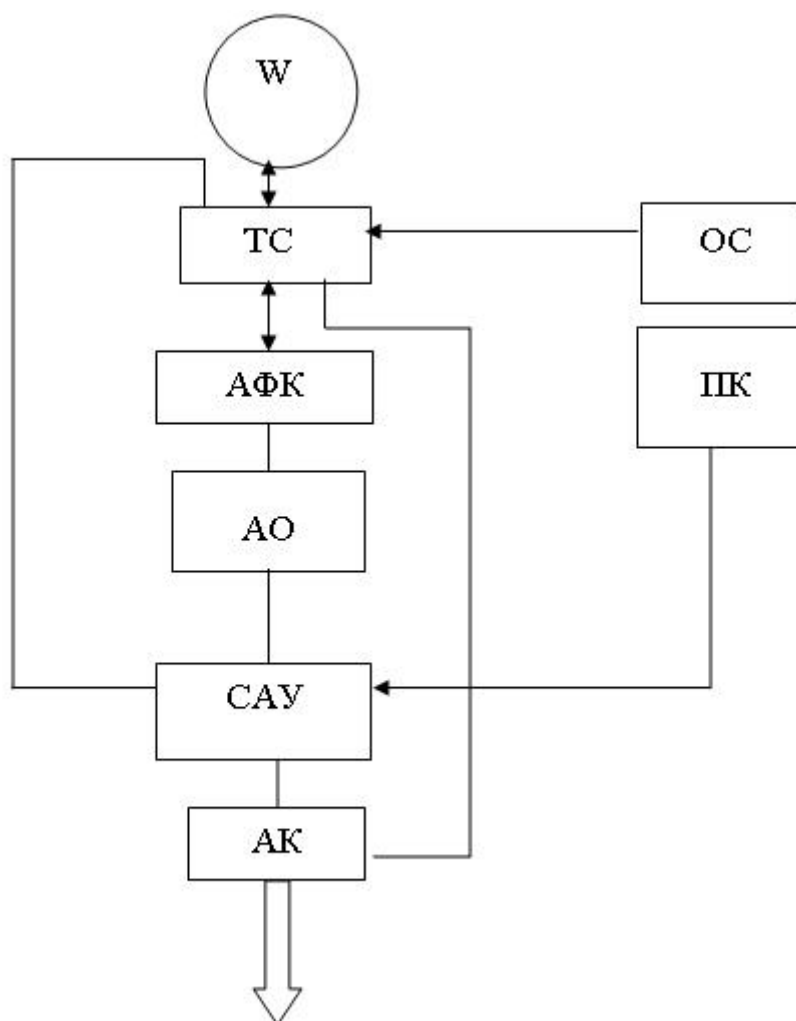


Рис. 2 – Самообучающаяся система распознавания

После проведенной классификации еще раз обратимся к понятиям «достаточное» или «недостаточное» количество информации. С точки зрения этих понятий все СР можно разделить на два большие класса:

- 1) СР без обучения;
- 2) обучающиеся и самообучающиеся СР.

СР без обучения работают в условиях полной информации, для обучающихся систем характерна неполнота информации, когда нет описания классов на языке признаков, а для самообучающихся отсутствует даже алфавит классов. Однако следует понимать, что понятие «неполнота информации» является относительным. Для СР без обучения при прочих равных условиях этой информации просто больше. Это означает, что результативность систем первого класса при имеющемся объеме априорной информации значительно выше, чем систем второго класса. О результативности СР, для которой невозможно априорно назначить алфавит классов говорить вообще нельзя. Таким образом, отсюда следует, что не

нужно пренебрегать информацией. Поэтому при построении любой СР необходимо всегда использовать принцип обратной связи для расширения объема информации. Поэтому результаты решения задачи распознавания неизвестных объектов после апостериорного подтверждения правильности их классификации необходимо использовать для уточнения описания классов в простых СР без обучения и для дополнительного обучения в системах с обучением.