

Н.А. Кошечая, Харьков, Украина

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ В ПОЧЕРКОВЕДЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

In clause one of algorithms of pattern recognition with reference to an identification of the executor of the hand-written text or signature is considered. The hand-written texts and signatures of each person, and also the separate written marks having a complex of individual features, should make an image. It is shown, that if the computer to train to the identification on some of written marks of one person, she(it) will learn(find out) any written marks of this person in any other manuscript.

В настоящее время разработан класс алгоритмов, которые позволяют компьютерам распознавать некоторые объекты. Они представляют интерес для криминалистов, так как идентификацию в известном смысле можно рассматривать как опознание исполнителя рукописного текста или подписи.

Существуют два различных способа обучения распознаванию. Один из них называют методом полного перебора. При этом способе обучающемуся (человеку или машине) показывают все без исключения предметы, которые необходимо распознавать, или перечисляют все основные признаки объектов. Метод полного перебора может быть простым и давать высокую точность распознавания. Однако этот способ очень часто неприменим либо из-за громадного количества объектов, которые необходимо распознавать, либо из-за невозможности перечислить все основные особенности объектов. Зачастую полностью перечислить все признаки нельзя и потому, что человек не в состоянии точно описать совокупность существенных особенностей, хотя прекрасно распознает объекты.

В подобных случаях обучение строится на показе части объектов из множества других аналогичных предметов. Этого бывает достаточно для распознавания. Однако таким методом обучение возможно не всегда. Имеется одно ограничение, которое сводится к тому, что подобный способ применим только к тем объектам одного множества, которые могут составить образ.

Для технических систем распознавания очень важным оказалось то обстоятельство, что по буквам рукописного или печатного текста можно составить образ.

Рукописные тексты и подписи каждого лица, а также отдельные письменные знаки, обладающие комплексом индивидуальных особенностей, должны составлять образ. Поэтому если машину обучить распознаванию по некоторому количеству письменных знаков одного лица, она будет узнавать любые письменные знаки этого лица в любой другой рукописи.

При производстве судебных экспертиз задача упрощается тем, что здесь компьютеру придется иметь дело с ограниченным материалом. Исследованию обычно подлежат текст какого-либо документа и образцы почерка трех-четырех лиц или десятков поддельных подписей.

Установление исполнителей рукописных текстов и подписей относится к задачам, близким по типу к распознаванию буквенных образов. Поэтому для машинного чтения текстов и при производстве некоторых идентификационных экспертиз в судебном почерковедении могут использоваться одинаковые алгоритмы.

Алгоритмы распознавания строятся так, чтобы компьютер мог различать два или несколько образов. В тех случаях, когда машину учат читать, образом для нее служат буквы алфавита безотносительно к исполнителю. В судебном почерковедении образом служат буквы, выполненные только одним лицом. И в первом и во втором случае машина имеет дело с одинаковыми объектами — рукописными знаками. Кроме того, в обоих случаях машина обучается распознаванию образов. То, что образы эти складываются на базе различных особенностей письменных знаков, не имеет принципиального значения.

Рассмотрим алгоритм распознавания, использующий принцип построения многомерного пространства. Например, в рукописях двух лиц А и Б отобрано по 50 букв «а» для обучения машины. Для того чтобы машина смогла в будущем различать любые буквы в рукописях этих двух лиц, необходимо ввести в машину какие-нибудь существенные признаки, поддающиеся количественному выражению, например, высоту букв. Если теперь показать машине какую-нибудь новую букву, она сравнит ее высоту с размерными характеристиками, имеющимися в ее памяти, и сообщит, А или Б выполнил эту букву. Но такой способ неэкономичен. Для того чтобы распознавать буквы только по одному признаку, машине приходится запоминать 100 чисел. А ведь ясно, что по одному признаку ни машина, ни человек не смогут распознать письменный знак. Если каждая особенность потребует записи громадного количества сведений, распознавание окажется неоправданно сложным. В нашем примере машина должна распознавать буквы по одному признаку — высоте. Следовательно, и пространство

надо строить одномерное. Таким одномерным «пространством» является прямая линия. Однако признаки почерка обладают большой вариабельностью. Поэтому одной размерной характеристики окажется недостаточно и на прямой линии нельзя будет выделить разделяющую точку, так как отрезки, принадлежащие одноименным буквам, написанным разными почерками, в действительности будут сильно перекрываться.

Другим способом запоминания количественной информации, который вместе с тем не влияет на точность распознавания, является построение многомерного пространства, мерность которого определяется количеством признаков.

Рассмотрим пример на построение многомерных областей по двум признакам — высоте и ширине букв. Здесь уже понадобится двухмерное пространство — плоскость. В этом случае ширина буквы откладывается по оси X , а высота — по оси Y . В результате каждая буква превращается в точку на плоскости, причем положение на этой плоскости будет определяться ее признаками. Достаточно незначительно измениться высоте или ширине буквы и точка окажется несколько удаленной от первоначального положения. Однако так как почерк составляет отдельный образ, точки множества букв из рукописи одного человека могут компактно расположиться в одной области («принцип компактности»).

Если на этой же плоскости построить точки букв другого человека, то, согласно принципу компактности, они могут занять другую область плоскости. Таким образом, 50 букв А охватят один участок, а 50 букв Б - другой участок плоскости. В машину нет надобности вводить все 200 координат (по две координаты каждой из 100 букв). Достаточно сообщить, как проходит на плоскости разделительная линия. Если теперь показать машине какую-нибудь букву, она отложит ее ширину по оси X , высоту по оси Y и опустит к полученным точкам перпендикуляры. Место пересечения перпендикуляров покажет положение точки этой буквы на плоскости и, соответственно, кому из исполнителей она принадлежит.

Очевидно, что и двух признаков в одной букве для разделения образов тоже мало. В действительности, если ограничиться двумя такими признаками, как высота и ширина букв, области двух почерков на плоскости пересекутся и разделить их будет невозможно. Разделение можно осуществить точнее, если взять три признака, например высоту, ширину и размер заключительного элемента буквы. Здесь для построения потребуется уже трехмерное пространство, а делить области почерка А и Б должна уже разделяющая плоскость.

Но для достоверного распознавания и трех признаков оказывается недостаточно.

В алгоритмах распознавания почерка используют 30-мерные, 80-мерные и т. д. пространства, что позволяет очень тонко учитывать множество признаков письменных знаков. Конечно, многомерная область букв одного почерка строится не по таким признакам, как длина, высота или ширина отдельных элементов, хотя такие признаки тоже позволяют строить многомеры. Обычно букву разбивают на мелкие участки и кодируют ее целиком. В это описание по существу входят и такие характеристики, как высота, ширина отдельных элементов, соотношение их размеров и пр. Чем мельче будет координатная сетка, тем полнее описание буквы. Координатный способ не является единственным для кодирования почерка. Буквы можно описать с помощью векторных характеристик, можно преобразовать в кривую и кодировать эту кривую только по одной координате и т. д. Вопрос об оптимальных способах кодирования письменных знаков в судебном почерковедении и будет являться целью дальнейших исследований. Значение этого вопроса огромно, так как различные способы кодирования оказывают влияние на точность работы компьютеров.

После кодирования письменных знаков и ввода кодовых характеристик двух почерков в машину, электронно-вычислительное устройство строит две абстрактные многомерные области. Теперь для обучения распознаванию букв машина должна провести между этими областями разделительную плоскость. Задача эта очень сложная, так как для разделения двух многомерных областей недостаточно линии или двухмерной плоскости, а нужна многомерная «плоскость» - гиперплоскость. Кроме того, машина «не видит» границы между построенными областями и должна ее найти.

Если многомерные области расположены далеко друг от друга, машина легко и абсолютно точно разделит их и, следовательно, не будет допускать ошибок. Чем ближе расположены области, чем сложнее их конфигурация, тем труднее их разделить гиперплоскостью. Расстояние, на котором оказываются многомерные области двух образов, в основном зависит от четырех факторов: от характера объектов распознавания, способа кодирования, метода построения многомерных областей и, наконец, способа построения разделяющей гиперплоскости.

Первая причина не поддается регулировке, так как лежит в самих исследуемых объектах. Очевидно, что при любом методе распознавания многомерные области двух резко различающихся почерков будут лежать друг от друга намного дальше, чем многомерные области двух очень близких почерков. Остальные три фактора, влияющие на точность распознавания, уже поддаются оптимизации. Поэтому одни и те же объекты с помощью различных алгоритмов могут делиться более или менее точно.

Пользуясь различными способами кодирования и методами построения многомеров, можно по аналогичным объектам построить в одном случае близко лежащие и даже пересекающиеся области, а в других случаях - области, расположенные на значительном расстоянии друг от друга. То же самое можно сказать и о способах построения разделяющей гиперплоскости. Одни алгоритмы позволяют лишь грубо проводить границу, другие дают возможность учитывать малейшие изгибы многомерной области.

Нельзя не отметить, что описанный алгоритм распознавания образов пригоден для решения только одной узкой задачи дихотомии, т. е. дифференциации сходных почерков (отнесение исследуемого объекта к одному из двух классов). Кроме того, компьютер строит две многомерные области и проводит между ними разделяющую гиперплоскость. Применительно к судебному почерковедению эти области создаются по образцам почерка двух подозреваемых. Экзамен же проводится по исследуемому тексту или подписи. Если круг подозреваемых определен следователем правильно и исследуемый документ могли выполнить только два лица, на рукописях которых обучалась машина, ответ будет верным. Но в судебном почерковедении весьма распространен и другой случай, когда документ выполнялся в действительности не теми лицами, которые подозреваются, а каким-то неизвестным третьим лицом, которое обнаруживается позже. Эксперт, сравнив исследуемый документ с образцами почерков одного и второго лица, придет к выводу, что текст выполнен кем-то другим.

Компьютер же по описанным алгоритмам сделать это не может. Он обязательно сообщит, что текст выполнен одним из подозреваемых, так как для нее существуют лишь две области по одну и другую сторону от гиперплоскости. Таким образом, для машины пока надо обязательно точно очерчивать круг подозреваемых, а это в большинстве случаев сделать невозможно.

Исследования по применению компьютерных технологий в судебном почерковедении еще далеки от завершения, но они имеют большое теоретическое значение и свидетельствуют о реальной возможности практического использования электронно-вычислительной техники при производстве почерковедческих экспертиз.

Поступила в редколлегию 02.03.01
Представлена докт. техн. наук Сироджей И.Б.