

ВЫБОР АНАЛИЗИРУЕМЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ ПО РУКОПИСНОМУ ПОЧЕРКУ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Summary: In this article the stages of development of systems of authentication on hand-written handwriting are analysed. The parameters which are possible and expedient for analyzing at recognition, at various stages of development are determined. The principle of a choice most significant of points of the images of symbols of the password, whose characteristics are analyzed at recognition, is submitted.

Введение

Задача распознавания людей была актуальной всегда. Одним из способов решения этой задачи является распознавание по такой биометрической характеристики, как рукописный почерк. Но, несмотря на то, что задача распознавания людей существовала всегда, технологии ее решения меняются в зависимости от уровня развития вычислительной техники. Соответственно и перечень характеристик, которые анализируются при распознавании, тоже изменялся [1]. В данной работе проанализируем изменения перечня анализируемых характеристик при распознавании, связанные с изменением возможностей вычислительной техники, и более подробно исследуем выбор этих характеристик при данном уровне развития техники. В качестве механизма распознавания, которое в данном случае можно свести к классификации образов, будем использовать вероятностную нейронную сеть [2].

Постановка задачи

Целью данных исследований было определить, как, с развитием вычислительной техники, изменялся, перечень анализируемых характеристик при распознавании людей по их рукописному почерку. Для решения поставленной задачи было сделано следующее:

1. Проанализирована доступная открытая информация по существующим технологиям распознавания по рукописному почерку.
2. Создана на языке Borland Delphi 7 программа на базе вероятностной нейронной сети для аутентификации пользователей компьютерной системы по рукописному почерку.
3. С помощью созданной программы была накоплена информация о рукописном почерке некоторого количества людей.
4. На основе накопленных данных, с помощью созданной программы, были проведены исследования для определения перечня характеристик, применимых для распознавания по ним рукописного почерка людей.

Решение поставленной задачи

Рукописный почерк человека – это его динамическая характеристика. Системы распознавания по рукописному почерку, относятся к динамическим системам идентификации личности, построенным на анализе динамики воспроизведения быстрых подсознательных движений. Почерк – это индивидуальная и стабильная характеристика человека, при анализе которой можно идентифицировать человека, написавшего ключевое слово. Этот факт подтверждается физиологическими особенностями человека. Рассмотрим, от чего зависит почерк человека. Во время письма задействованы мышцы большинства пальцев руки и мышцы предплечья. Всего может быть задействовано более 50 мышц, но наибольшее влияние оказывают примерно 10 мышц. То есть, при написании какого-то текста человек управляет примерно 10 мышцами. Это достаточно сложная задача и она не может решаться в реальном масштабе времени. Поэтому, во время письма, управление человеком мышцами строится из типовых решений, которые вырабатываются во время долгого обучения человека письму и индивидуальны для каждого человека. Эти наработанные типовые решения сохраняются в течение всей жизни и почти не изменяются. Динамические характеристики человека, в том числе и рукописный почерк, можно использовать не только для распознавания людей, но и для определения характера человека, его психического и физического состояния. То есть, если человек, по каким-то причинам, теряет внимательность и, при этом, отвлекается от работы, то при этом определенным образом изменяется его почерк. Этот факт полезен при мониторинге работы сотрудников на предприятии и при приеме их на работе. Таким образом, можно сказать, что рукописный почерк полезен не только для аутентификации людей, но и для определения их внимательности во время работы.

Для выполнения аутентификации человека по его рукописному почерку, он должен написать свой пароль (подпись или какое-то другое ключевое слово). В качестве пароля может использоваться: какая-то ключевая фраза, слово или буквосочетание; подпись данного пользователя; какой-то рисунок.

Для выполнения аутентификации по динамическим характеристикам человека, в том числе и по его рукописному почерку, должна быть накоплена база данных образцов этой динамической характеристики (рукописного почерка). И только после накопления такой базы данных определенного объема, можно выполнять непосредственно распознавание. Одним из основных моментов является выбор параметров, из которых должен состоять образец рукописного почерка. Исследуем этот вопрос подробнее.

Большинство параметров образца являются характеристиками точек изображения пароля. Изображение одного символа пароля состоит примерно из 100 точек (иногда больше), а пароль, который аутентифицируемый пишет при распознавании, состоит не из одного символа, а из нескольких (в зависимости от требуемого уровня безопасности), при этом получается, что системе необходимо хранить и обрабатывать образцы из очень большого количества признаков. В этом случае затрачиваются слишком большие ресурсы (время,

память), что является нерациональным. В связи с этим, при аутентификации пользователей по рукописному почерку, как правило, рационально анализировать характеристики только наиболее значимых (контрольных) точек, алгоритм выбора которых представлен далее в этой работе. Однако, характеристики этих контрольных точек, которые можно использовать при распознавании, на разных этапах развития систем распознавания по рукописному почерку различны. Рассмотрим эти три этапа развития систем распознавания.

На первом этапе развития еще не существовало графических планшетов (и других средств динамической передачи изображения в компьютер). Поэтому для выполнения подобного распознавания человек писал пароль на бумаге, после чего сотрудник, который отвечал за аутентификацию людей (администратор), вручную расставлял контрольные точки и, затем, передавал параметры этих точек в систему распознавания. В качестве параметров контрольных точек, на этом этапе, возможно было использовать только статические параметры, а именно координаты X и Y этих точек, изображенных на бумаге. При таком подходе процесс распознавания состоял из следующих стадий:

- ◆ Аутентифицируемый пишет пароль на бумаге.
- ◆ Администратор вручную определяет в полученном изображении контрольные точки, находит их координаты X и Y и вводит эти координаты в компьютер в качестве анализируемых признаков для распознавания.
- ◆ Система распознавания по полученным признакам выполняет либо аутентификацию, либо сохраняет образец почерка в базе данных, для последующего использования его в качестве учебного образца.

Недостатками такой технологии были: сложность, много времени затрачивалось, нельзя было анализировать динамические параметры почерка. Преимущество – простота расстановки контрольных точек, так как визуально человеку их легче расставить, чем автоматически с помощью компьютера (человек не будет анализировать заведомо ошибочную информацию).

На втором этапе развития систем распознавания уже появились устройства сканирования графической информации. Поэтому подпись изображенную на бумаге уже можно было сканировать и система распознавания уже сама автоматически расставляла контрольные точки и, затем, по ним выполняла аутентификацию. На этом этапе уже появилась необходимость правильного автоматического выбора контрольных точек. При таком подходе процесс распознавания состоял из следующих стадий:

- ◆ Аутентифицируемый пишет пароль на бумаге.
- ◆ Администратор сканирует полученное изображение.
- ◆ Система распознавания автоматически определяет в полученном изображении контрольные точки, находит их координаты X и Y , которые затем использует в качестве признаков для распознавания.
- ◆ Система распознавания по полученным признакам выполняет либо аутентификацию, либо сохраняет образец почерка в базе данных, для последующего использования его в качестве учебного образца.

Недостатки: достаточно долго, а главное – нельзя анализировать динамические параметры подписи. Преимущество: быстрее, чем в первом случае.

На третьем этапе развития систем распознавания уже появились графические планшеты и другие устройства динамической передачи графической информации в компьютер. На этом этапе биометрическая аутентификация по рукописному почерку стала максимально целесообразной и используемой, потому что появилась возможность получать и, соответственно, анализировать динамические характеристики почерка человека. При таком подходе процесс распознавания состоял из следующих стадий:

- ◆ Аутентифицируемый пишет пароль на графическом планшете.

- ◆ Система распознавания автоматически определяет в полученном изображении контрольные точки, находит их координаты X и Y , давление, с которым человек нажимает ручкой на планшет при написании каждой точки пароля, скорость написания пароля, траекторию написания, угол наклона ручки и другие характеристики каждой точки, которые далее используются в качестве признаков для распознавания.

- ◆ Система распознавания по полученным признакам выполняет либо аутентификацию, либо сохраняет образец почерка в базе данных, для последующего использования его в качестве учебного образца.

Преимущества: более простой, занимает намного меньше времени, но главное – стало возможным использовать для распознавания динамические параметры почерка (значение давления, с которым пользователь нажимает ручкой на планшет при написании каждой точки пароля, скорость написания пароля, траектория написания, угол наклона ручки и т.д.).

Таким образом, из приведенного анализа видно, что необходимость создания алгоритма выбора контрольных точек изображений символов пароля возникла на втором этапе развития систем аутентификации по рукописному почерку, а возможность анализировать динамические характеристики почерка – на третьем. Рассмотрим эти вопросы подробнее.

В данной работе, для достижения более высокого качества распознавания, предлагается процесс аутентификации разделить на два этапа:

1. Распознавание написанного ключевого слова.
2. Распознавание стиля написания ключевого слова.

На разных этап аутентификации, предлагается анализировать различный перечень признаков. На этапе распознавания написанного ключевого слова выполняется проверка, правильный ли пароль написан. На этом этапе распознается написанный пароль, т.е. определяется, соответствует ли введенный пароль паролю именно того пользователя, за которого выдает себя аутентифицируемый человек. При этом, непосредственно для распознавания, используются только статические параметры контрольных точек – координаты X и Y и тип контрольной точки (или число, характеризующее тип контрольной точки), а динамические параметры на этом этапе могут использоваться не на стадии распознавания, а при решении некоторых вспомогательных задач. На

этапе распознавания стиля написания ключевого слова выполняется проверка, присущ ли данный стиль написания пароля именно тому легальному пользователю, за которого выдает себя аутентифицируемый. На этом этапе уже целесообразно использовать динамические параметры почерка и на стадии распознавания. При этом, этими параметрами могут быть не только данные, передаваемые с планшета, но и производные от них (например, скорость письма). На этом этапе в данной работе рекомендуется анализировать и параметры каждой контрольной точки, и параметры, общие для всего символа (в работе предлагается выполнять распознавание не по всей подписи целиком, а посимвольно). К параметрам точки относятся: тип точки; давление, с которым человек давит ручкой на планшет при написании данной точки; угол изменения направления письма; время, прошедшее от начала написания символа до создания данной точки; скорость перемещения ручки из предыдущей точки в текущую. К параметрам всего символа относятся: площадь изображения символа; угол наклона символа; количество контрольных точек в изображении символа; частота зафиксированных точек (соотношение пути, пройденного ручкой при написании символа к количеству зафиксированных точек); количество повторов (подряд идущих точек с одинаковыми обеими координатами) точек в изображении символа. В зависимости от соотношения требуемой надежности системы к допустимым затрачиваемым ресурсам, можно использовать все перечисленные параметры или некоторые из них.

Проанализируем, какие точки изображения символа являются наиболее значимыми. В данной работе в качестве контрольных точек предлагается использовать следующие три вида точек подписи (рис. 1):

- ◆ Начальные и конечные точки каждой линии. На рис. 1 это точки 1 и 15.

- ◆ Угловые точки, то есть точки на изгибе линии. На рис. 1 это точки 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13.

- ◆ Точки пересечения линий. На рис. 1 это точки 8 и 14.

Первым видом контрольных точек являются точки начала и конца каждой линии изображения, или, другими словами, точки касания ручки планшета и точки отрыва ручки от планшета. Для определения таких точек в данной работе предлагается использовать сохраненные пакеты данных с нулевым давлением. Точки с нулевым значением давления появляются при передвижении специальной ручки над рабочей областью планшета на небольшом расстоянии. Из набора, подряд идущих пакетов данных с нулевым значением давления, сохранялся только первый. Принцип определения контрольных точек данного вида заключается в следующем. Если значение давления в точке равняется нулю, значит пишущий оторвал ручку от планшета, а, следовательно, линия закончилась. Также логичным является условие, что давление в точке, признаваемой начальной или конечной не

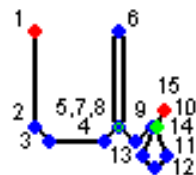


Рис. 1. Пример расстановки контрольных точек

должно равняться нулю. Если в пакете данных хранится значение давления равное нулю, значит, предыдущий пакет данных описывал конечную точку линии (кроме тех случаев, когда пакет данных с нулевым давлением является первым), а следующий пакет данных будет описывать начальную точку линии (кроме тех случаев, когда пакет данных с нулевым давлением является последним). Как правило, первый и последний хранимый пакет данных образца имеет нулевое значение давления, но иногда, в силу различных причин (особенностей письма конкретного человека или определенных характеристик графического планшета) значение давления в этих пакетах (особенно часто в первых пакетах) не равняется нулю, – в этом случае первая или (и) последняя точка изображения всего слова-пароля (если давление в ней не равно нулю) должна признаваться начальной или конечной точкой соответственно.

Вторым видом контрольных точек являются угловые точки, т.е. точки находящиеся на изгибе линии. Изгибом линии будем называть изменение направления линии, которое можно определить по изменению знака изменения координат по одной из осей (или по обеим). Однако, при таком критерии определения угловых точек, не все точки, визуальнo выглядящие угловыми, будут признаваться таковыми. Но это ограничение не является принципиальным, потому что подобные точки (с большим углом изгиба) не достаточно значимы для выполнения по ним распознавания. Однако при определении угловых точек возникает проблема. Из-за незначительного дрожания руки пишущего, ручка может случайно сдвинуться на несколько пикселей (размер рабочей области планшета измеряется в тысячах пикселей), а система распознавания зафиксирует такое случайное незначительное (незаметное для глаза) изменение направления, как контрольную точку. Кроме того, даже при реальном изгибе линии, изменение направления происходит не в одной конкретной точке, а в нескольких рядом лежащих точках, при этом только в одной точке направление изменяется значительно, а в соседних с этим пиком точках происходит незначительное изменение направления, т.е. возникают локальные изгибы. Но на каждом изгибе нужна только одна контрольная точка, а остальные надо отбросить. Поэтому необходимо предусмотреть отбор наиболее значимых контрольных точек, расставленных на изгибах и отброс менее значимых контрольных точек данного вида. При отборе наиболее значимых угловых контрольных точек важно правильно выбрать длину отрезка, на котором должна фиксироваться только одна контрольная точка изгиба, потому что если отрезок будет слишком мал, тогда зафиксируются точки локальных изгибов, если же отрезок окажется чрезмерно велик, тогда точки значимых изгибов будут пропущены и не зафиксируются как угловые контрольные точки. При таком отборе необходимо проанализировать траекторию движения ручки по планшету при перемещении между двумя соседними контрольными точками изгиба. Если при этом ручка прошла путь (сумма расстояний между каждой парой зафиксированных системой соседних точек, на промежутке от первой до второй анализируемой контрольной точкой изгиба) меньший, чем участок линии, на котором необходимо оставить только одну контрольную

точку изгиба, тогда одну из этих двух точек необходимо удалить из множества контрольных точек. В качестве критерия отбора в данной работе предлагается использовать угол изгиба линии в анализируемой точке – точка, в которой угол изгиба линии меньше, но не равен нулю, должна признаваться более значимой. При вычислении угла изгиба линии, также как и при вычислении длины участка линии между точками изгиба, используются не контрольные точки изгиба, а зафиксированные системой точки.

Третьим видом контрольных точек являются точки, полученные на пересечениях линий. Для поиска таких точек логичным было бы найти все точки с одинаковыми обеими координатами (X и Y), но так как точки изображения находятся на некотором расстоянии друг от друга (расстояние между ними, как правило, не равно 1 пикселю), поэтому для определения всех имеющихся пересечений необходимо рассмотреть следующие три случая:

1. На пересечении линий находятся две точки, т. е. точки разных участков одной и той же линии (или точки разных линий) совпадают, и при этом получается пересечение.

2. Точка одного участка линии (или одной линии) находится на отрезке между двумя точками другого участка линии (или другой линии), и при этом получается пересечение.

3. Отрезок между двумя точками одного участка линии (или одной линии) пересекает отрезок между двумя точками другого участка линии (или другой линии).

Алгоритмы поиска контрольных точек пересечения в этих трех случаях различаются, поэтому алгоритм расстановки контрольных точек пересечения должен состоять из трех частей, в каждой из которых проверяется один из описанных случаев. Эти три части алгоритма должны выполняться последовательно. В данной работе предлагается вторую часть выполнять только при получении отрицательного ответа в первой части алгоритма, так как нет смысла одну и ту же точку фиксировать (и обрабатывать) как контрольную точку пересечения дважды. Третью часть алгоритма поиска контрольной точки пересечения предлагается выполнять независимо от результата реализации первых двух частей данного алгоритма, так как при этом точка пересечения находится не в анализируемой точке, а на отрезке между анализируемой и соседней точками. Также в данной работе, если анализируемая точка признана контрольной точкой первого вида, тогда на наличие у нее свойств контрольной точки второго вида или свойств первых двух типов контрольной точки третьего вида проверку выполнять не рекомендуется, а имеет смысл осуществлять только поиск контрольной точки пересечения третьего типа на отрезке между анализируемой точкой и соседней с ней точкой. Аналогично, при обнаружении у анализируемой точки свойств контрольной точки второго вида, впоследствии лучше выполнять только проверку на наличие точки пересечения третьего типа на отрезке между анализируемой и соседней с ней точками. Кроме того, если одна и та же точка распознается одновременно как несколько контрольных точек, но различных видов, то, в данном случае, контро-

льная точка должна фиксироваться только один раз, а в качестве ее вида необходимо указать тот вид, который является наиболее показательным (характерным) на данном участке линии для данного символа.

Однако необходимо заметить, что указанный подход определения начальных и конечных контрольных точек линий не может использоваться при сканировании изображения подписи с бумаги, т.е. на втором этапе развития систем распознавания по рукописному почерку. Это объясняется тем, что при этом используется значение давления ручки на планшет при создании точки, а при сканировании это значение неизвестно.

Задача автоматического выбора контрольных точек появилась только на втором этапе развития систем распознавания по рукописному почерку. На первом этапе развития этих систем человек, отвечающий за аутентификацию, сам вручную расставляет наиболее значимые точки и выбирает их анализируемые характеристики, основываясь на свое визуальное восприятие. При этом он сам определяет целесообразное количество расставляемых точек, в зависимости от уровня техники, которая будет использоваться при распознавании. При таком подходе качество распознавания зависит от опыта работы эксперта и его умения выделять наиболее значимые и характерные точки. На втором этапе развития таких систем распознавания точки уже расставляются системой автоматически, но по-прежнему существуют ограничения связанные с уровнем используемой вычислительной техники, а динамические параметры почерка получить еще нельзя было. И только на третьем этапе развития этих систем распознавания, с появлением графических планшетов появляется возможность воспринимать динамические параметры и достаточная разрешающая способность для обеспечения эффективности работы системы распознавания, и становятся актуальными вопросы разработки эффективных алгоритмов обработки.

Правильность выбора контрольных точек имеет большое влияние на качество распознавания, поэтому этот этап распознавания является одним из главных. Кроме того, при правильной расстановке контрольных точек и предварительной обработке анализируемых данных [3], достигается примерно одинаковое количество анализируемых точек в символах, что облегчает использование (делает возможным) вероятностной нейронной сети для выполнения распознавания.

Выводы

В данной работе проанализированы этапы развития систем аутентификации по рукописному почерку; определены параметры, которые возможно и целесообразно анализировать при распознавания, на различных этапах развития; представлен принцип выбора наиболее значимых точек изображений символов пароля, чьи характеристики анализируются при распознавании.

1. *Р.М. Ланцман.* Кибернетика и криминалистическая экспертиза почерка. – М.: Наука, 1968, 94с.
2. *Р. Каллан.* Основные концепции нейронных сетей.: Пер. с англ. – М.:

Издательский дом “Вильямс”, 2001. – 290с.

3. *Е.А. Высоцкая.* Задача распознавания написанного ключевого слова, как одна из задач, решаемых при выполнении аутентификации пользователей компьютерных систем по рукописному почерку. – Київ: НАН України. Збірник наукових праць. Моделювання та інформаційні технології, 2006р., випуск 36, стор. 67-76.

Поступила 10.02.2010р.

УДК 681

С.М. Головань, В.В. Нечипорук, Л.М. Щербак

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ І НАДІЙНОСТІ ВІЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

In work basic attention is spared free software and basic criteria are indicated on the basis of which the author of free software passes to the programs the users. Basic among these criteria is free distribution of source code, derivative product, inviolability of author source code, absence of discrimination and purview license. The questions of reliability of software are also considered at direction of exposure and correction of errors of software.

Вступ

Програмне забезпечення є функціональною складовою сучасних інформаційних технологій [1]. Тому роль програмного забезпечення постійно зростає при вирішенні науково-технічних проблем у різних галузях народного господарства.

Особливості програмного забезпечення полягає в тому, що програмування створюється в одній формі – у вигляді вихідного тексту, а поширюється і використовується в іншій – у вигляді двійкової програми, машинних кодів, з яких неможливо однозначно відновити вихідний текст. Для того, щоб ефективно змінювати програму, виправляти помилки, чи навіть просто точно встановлювати, що і як робить програма, необхідно мати її вихідний текст, оскільки при компіляції в машинний код програма втрачає зручність до читання.

У ситуації коли програмне забезпечення є об'єктом продажу нарівні з предметами побуту, на нього автоматично поширюються вже не тільки закони наукової розробки, але й властивості матеріальних предметів, якими можливо торгувати, обмінюватися, право володіння і користування якими варто охороняти законодавчо. Програмне забезпечення потрапило в розряд інтелектуальної власності: тобто вихідний текст програми став об'єктом авторського права і охороняється як літературні твори у відповідності до Бернської конвенції про охорону літературних і художніх творів, Цивільного