

Т.И. ЛАПИНА, Н.Н. ЕПИШЕВ, Д.В. ЛАПИН
**СПОСОБ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ
ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В КОМПЬЮТЕРИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ
КОНТРОЛЯ ДОСТУПА**

Лапина Т.И., Епишев Н.Н., Лапин Д.В. Способ биометрической аутентификации пользователя в компьютеризованных системах контроля доступа.

Аннотация. В статье рассматривается способ обработки данных биометрических измерений, в частности методы цифровой обработки рукописного текста, предназначенных для аутентификации пользователя по рукописному почерку в системах контроля доступа. Техническим результатом является повышение надежности доступа во всех системах, требующих использования средств идентификации личности.

Ключевые слова: анализ биометрических данных, аутентификации пользователя по рукописному почерку, системы контроля доступа.

Lapina T.I., Epishev N.N., Lapin D.V. Method for biometric authentication of the user in access control systems.

Abstract. In article the way of data processing of biometric measurements, in particular to methods of digital processing of the hand-written text, intended for authentication of the user on hand-written handwriting in access monitoring systems is considered. Technical result is increase of reliability of access in all systems demanding use of means of identification of the personality.

Keywords: analysis of biometric data, the authentication of users based on hand-written handwriting, access monitoring systems.

Особенностью настоящего этапа информатизации общества является то, что компьютер переместился со стола на колени и ладони, современные ультрабуки, коммуникаторы и мобильные устройства являются средствами доступа к информационным ресурсам глобальной инфокоммуникационной сети. Оперативность получения сведений, простота использования, возможность визуализации информации способствуют широкому применению мобильных устройств не только как средства инфокоммуникации, но и для решения практических офисных задач и сопровождения бизнеса.

В связи с этим, актуальными становятся вопросы непосредственного взаимодействия пользователя с мобильными устройствами, в частности задачи аутентификации пользователя мобильного устройства.

Компьютерная техника и программное обеспечение в последнее время предлагают большое количество возможностей по использованию современных средств аутентификации пользователей, особое внимание уделяется динамической биометрической аутентификации:

по голосовым сообщениям, по подсознательным движениям пера при рукописном вводе, и т.д.

Распознавание рукописного текста может производиться из уже написанного на бумаге текста или считыванием движений стилуса по поверхности специального сенсорного экрана (дигитайзера).

Во всех приведенных случаях для ввода рукописного текста используются «сканированные представления», то есть исходный текст вводится в виде графических образов с экранов планшетников или дигитайзеров, а затем графический образ распознается и преобразуется в цифровой код.

Использование графических образов не позволяет выполнить ввод конфиденциальных данных, в этом случае могут быть использованы различные подходы, например, исходный текст (графический образ) логически разделяется на поля и заполняется частями. Каждый массив данных имеет свою специфику и свои правила ввода: если информация конфиденциальная — изображение автоматически режется на части, и каждый оператор получает для ввода только часть информации.

Таким образом, в настоящее время проблема широкого использования рукописного ввода и распознавания текста заключается в том, что графический образ является единственным способом ввода рукописного текста для оцифровки.

Соответственно, все методы и алгоритмы распознавания рукописных текстов основаны на анализе и распознавании изображений, что существенно ограничивает возможности распознавания и идентификации.

В данной статье рассматривается подход к построению систем контроля доступа, основанный на биометрических измерениях подсознательных движений пользователя, выполненных с помощью специального устройства.

Отличием предложенного подхода к построению систем контроля, основанных на использовании рукописного ввода, является использование вместо стандартного мультимедийного устройства рукописного ввода вида графических планшетов типа Easy Painter, подключаемого к порту мыши, специализированного устройства, представляющего из себя многокомпонентный датчик перемещений [1], позволяющего по n направлениям плоскости перемещения датчика фиксировать измерения статических или плавно меняющихся перемещений с их последующей оцифровкой (рис. 1).

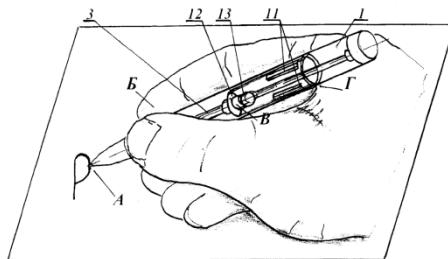


Рис. 1. Многокомпонентный датчик перемещений (1—корпус, 11 эталонными матрицами базы данных пользователей, допущенных в систему тензодатчики направлений, 13— тензодатчик давления, 12 — чувствительная мембрана).

Давление элемента пищащего узла на тензодатчики радиальных перемещений преобразуется в многоканальный (по числу тензодатчиков) электрический аналоговый сигнал. Для дальнейшей обработки выполняется преобразование многоканального аналогового сигнала в многоканальный дискретный сигнал и выполняется квантование дискретных отсчетов [5].

Процедура обработки включает масштабирование амплитуд входных сигналов, приводящее их к некоторому эталонному значению. Кроме этого осуществляется приведение сигналов к единому масштабу времени, дробление сигналов на отдельные фрагменты с последующим сдвигом фрагментов сигнала до совмещения с эталонным расположением.

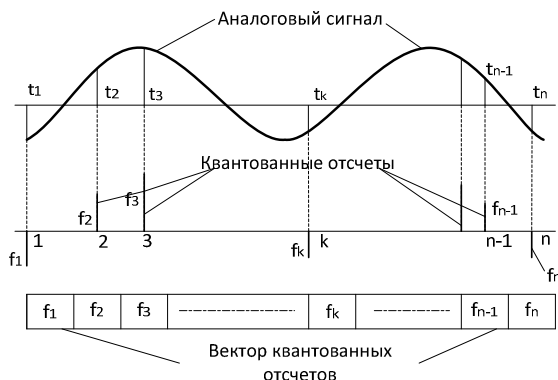


Рис. 2. Получение вектора квантованных отсчетов.

На основе множества квантованных дискретных отсчетов аналогового сигнала формируется матрица квантованных отсчетов $V_{M \times N}$ из $M \times N$ элементов f_{ij} , где f_{ij} — амплитуда квантованного сигнала $i = 1, 2, \dots, M$, $j = 1, 2, \dots, N$ (рис. 2).

С целью выделения параметров идентификации проводится двумерное дискретное косинусное преобразование матрицы квантованных отсчетов [7].

Двумерное дискретное косинусное преобразование (ДДКП) выполняется согласно следующему правилу:

$$\mathbf{X}_{M \times N} = \mathbf{A}_{M \times M} \times \mathbf{V}_{M \times N} \times \mathbf{A}_{N \times N}^T, \quad (1)$$

где $\mathbf{X}_{M \times N}$ — матрица коэффициентов ДДКП, $\mathbf{V}_{M \times N}$ — матрица квантованных отсчетов, $\mathbf{A}_{M \times M}$ — матрица прямого одномерного ДКП, $\mathbf{A}_{N \times N}^T$ — матрица обратного одномерного ДКП.

Одним из свойств ДДКП является свойство разделимости, по которому ДДКП можно выполнить через одномерные ДКП по строкам и столбцам. При таком подходе прямое ДДКП, задаваемое выражением

$\mathbf{X} = \mathbf{A} \times \mathbf{V} \times \mathbf{A}^T$ рассматривается как два произведения:

$\mathbf{X}_1 = \mathbf{A} \times b$ — одномерное ДКП для каждого столбца матрицы;

$\mathbf{X} = \mathbf{X}_1 \times \mathbf{A}^T$ — произведение промежуточной матрицы на транспонированную матрицу.

ДКП оперирует с исходными блоками, размером отсчетов, и формирует блок весовых коэффициентов размером $N \times N$ (рис. 3).

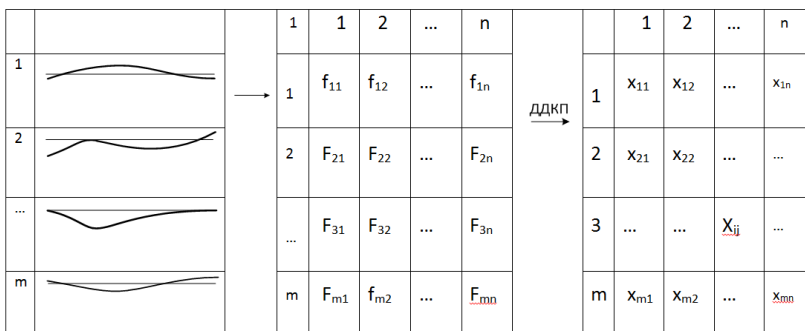


Рис. 3. Схема преобразования аналоговых данных матрицу коэффициентов.

При создании базы данных зарегистрированных пользователей в режиме получения эталонной записи образец почерка (цифровой портрет) вводят в систему допуска образцов матрицу параметрических весовых коэффициентов, например, двумерного дискретного косинусного преобразования, каждый элемент которой является средним арифметическим значением соответствующих значений коэффициентов матриц двумерного дискретного косинусного преобразования пользователя, имеющего допуск в систему. Полученную матрицу используют как идентификационный портрет при верификации личности путем сравнения с эталонами базы данных пользователей, допущенных в систему (рис. 4).

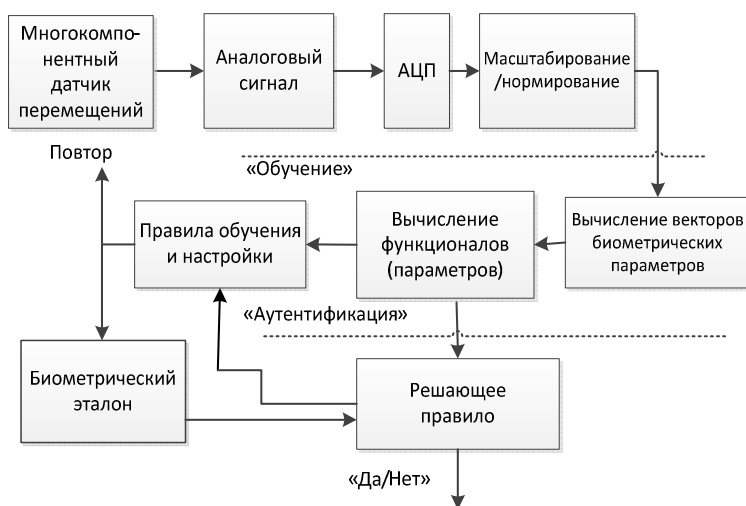


Рис. 4. Процедура аутентификации в динамической биометрической системе.

В предложенном подходе используется нелинейное квантование сигнала по направлениям перемещения пера датчика.

Использование разложения сигнала на n направлений перемещения позволяет выполнять анализ каждого фрагмента разложения сигнала как отдельного, что упрощает задачу разметки и анализа исходного образа.

После того как сформирован биометрический эталон, возможна реализация процедур аутентификации зарегистрированного пользователя.

Задачи теории различения сигналов носят, как правило, статистический характер. В основу таких задач заложен выбор процедуры принятия решения.

В качестве процедур принятия решений могут быть использованы измерения близости образа к биометрическому эталону мерой Хемминга.

Одной из возможных процедур является принятие решения на основе разбиения пространства на множества информативности с позиции получаемого количества информации.

Имеется последовательность классов сигналов $A = \{A_k\}, k = 1, \dots, N$, которая характеризуется некоторым распределением $A = \{A_k\}, k = 1, \dots, N$, $P_n = \{P_k\}, k = 1, \dots, N$. Информация о каждом классе сигнала содержится в n параметрах $\bar{\alpha} = \{\alpha_1, \dots, \alpha_n\}$ сигнала $S(t, \bar{\alpha})$. Каждый класс сигналов описывается в терминах векторного параметра с плотностью распределения случайного векторного параметра $\bar{\alpha}$ $p_n(\bar{x}), k = 1, \dots, N$ $\bar{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$.

Введем последовательность чисел $\{h_k^{(N)}\}$, $h_k^{(N)}$, таких что $s_k^{(N)} \leq h_k^{(N)}, k = 1, \dots, N$.

Тогда процесс получения информации должен вести к полному снятию неопределенности о том или ином классе сигналов. В соответствии с разбиением выборочного пространства X на множества информативности процедура принятия решения:

$W^{(+)} = \{\bar{x} : I_k(\bar{x}) \geq h_k^{(N)}, k = 1, \dots, N\}$ — множество принятия гипотез;

$W^{(+)} = \{\bar{x} : I_k(\bar{x}) \leq h_k^{(N)}, k = 1, \dots, N\}$ — множество исключения гипотез;

$W^{(+)} = \{\bar{x} : s_k^{(N)} < I_k(\bar{x}) \leq h_k^{(N)}, k = 1, \dots, N\}$ — множество неопределенности, где $s_k^{(N)}$, $h_k^{(N)}$ — пороговые значения для каждого сегмента k исходного сигнала [7, с.41–42].

Если через $\{H_k\}, k = 1..N$ обозначить последовательность гипотез, то гипотеза H_k будет соответствовать принятию класса A_k . Для гипотезы H_k вычисляется значение количества информации $I_k(\bar{x})$. Тогда, если $I_k(\bar{x}) \geq h_k^{(N)}$, то гипотеза H_k принимается; если $I_k(\bar{x}) \leq s_k^{(N)}$, то гипотеза H_k отвергается; если $s_k^{(N)} \leq I_k(\bar{x}) \leq h_k^{(N)}$, то решение не выносится.

Одним из простых решающих правил является использование меры Хемминга для битового представления вектора. Будем считать, что система при идентификации осуществляет измерение вектора $\mathbf{v} = (v_1, v_2, \dots, v_k)$, состоящего из k существенно коррелированных биометрических параметров. Кроме того, будем считать, что пользователь на этапе идентификации предъявил N динамических образов и, соответственно, мы имеем N реализаций векторов \mathbf{v}_i .

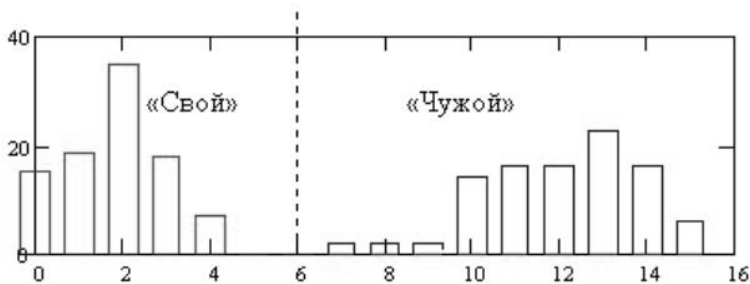


Рис. 5. Пример гистограмм распределения значений.

Проанализировав имеющиеся реализации векторов биометрических параметров, можно найти характерный интервал изменения каждого конкретного параметра $[\min(v_i), \max(v_j)]$. Если теперь при попадании параметра v_j в интервал $[\min(v_i), \max(v_j)]$ присваивать $e_j = 0$, а при выпадении v_j из интервала $[\min(v_i), \max(v_j)]$ присваивать $e_j = 1$, то мы получим вектор Хемминга. Для “Своего” этот вектор должен состоять практически из одних нулей. Для “Чужого”, предъявляющего иные биометрические параметры, вектор Хемминга будет иметь много несовпадений — много единиц (рис. 5).

Для рассматриваемого случая биометрическим эталоном, зафиксированным при обучении, являются значения минимумов и максимумов измеряемых параметров. Тогда абсолютное значение расстояния Хемминга E_x до биометрического эталона следует определить как общее число выпадений измерений за интервалы допустимых значений биометрического эталона. Расстояние Хемминга — E_x всегда положительно и может изменяться от 0 до k (где k — это число контролируемых биометрических параметров).

Литература

1. *Патент по заявке №20111142722/08 от 21.10.2011.* Цифровой многокомпонентный датчик перемещений. Милых В.А., Лапина Т.И., Лапин Д.В.
2. *Патент по заявке №2011113800/28 от 08.04.2011.* Устройство для измерения параметров движения пишущего узла. Милых В.А., Лапина Т.И., Лапин Д.В.
3. *Патент по заявке №2011140031/08 от 30.09.2011.* Способ биометрической аутентификации по почерку в компьютеризированной системе контроля доступа. Милых В.А., Лапина Т.И., Лапин Д.В.
4. *Иванов А.И.* Биометрическая идентификация личности по динамике подсознательных движений. Пенза: Из-во ПензГУ-2000. 188 с.
5. *Назаров М.В., Петров Ю.Н.* Методы цифровой обработки и передачи цифровых сигналов. М.: Радио и связь, 1985, с. 142–161.
6. *Лапина Т.И., Милых В.А., Лапин Д.В.* Способ биометрической аутентификации пользователя по рукописному почерку в системах контроля доступа. // Информационно-измерительные и управляющие системы. №11, т. 9, 2011. с. 40-43.
7. *Косенко Г.Г.* Критерии информативности при различении сигналов. Радио и связь, 1982, с. 156–159.
8. *Ахмед Н., Рао К.Р.* Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов. М.: Связь, 1980, 286 с.

Лапина Татьяна Ивановна — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры Информационных систем и технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ). Область научных интересов: информационно-статистические методы анализа данных. Число научных публикаций — более 70. г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94, р.т.: 8-(4712)-58-71-22, факс 8-(4712)-58-71-11. Контактный тел.8-910-740-43-54, e-mail: lapinati@mail.ru.

Lapina Tatiana Ivanovna — PhD in Tech. Sc., associate professor of South-West State University. Research interest: information and statistical methods of the analysis of data. The number of publication — more than 70. lapinti@mail.ru; SWSU, Information systems Dept., 305040, g.Kursk, ul. 50 let Oktyabrya, 94, Russia; office phone +7-(4712)-58-71-22, fax +7-(4712)-58-71-11.

Епишев Николай Николаевич — аспирант Юго-Западного государственного университета. Область научных интересов: анализ мультимедийных потоков данных. Episev@mail.ru; г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94. р.т.: 8-(4712)-58-71-22, факс: +7-(4712)-58-71-11.

Epishev Nickolay Nickolaevich — post-graduate student of South-West State University. Research interest: analysis of multimedia data flows. Episev@mail.ru; SWSU, Information systems Dept., 305040, g.Kursk, ul. 50 let Oktyabrya, 94, Russia; office phone +7-(4712)-58-71-22, fax +7-(4712)-58-71-11.

Лапин Денис Владимирович — научный сотрудник НИЦ (г.Курск) ФГУП «18 ЦНИИ» МО РФ. Область научных интересов: анализ мультимедийных потоков данных. Число научных публикаций — более 20. lapindv@mail.ru; г. Курск, ул. Блинова, 9, р.т.: 8-(4712)-58-71-22, факс +7-(4712)-58-71-11.

Lapin Denis Vladimirovich — research associate of research center of the Ministry of Defence «18СНИИ». Research interests: analysis of multimedia data flows. The number of publications — more than 20. lapindv@mail.ru; «18СНИИ», 305004, g.Kursk, ul. Blinova, 9, Russia; office phone +7-(4712)-58-71-22, fax +7-(4712)-58-71-11.

Рекомендовано лабораторией автоматизации научных исследований СПИИРАН.
Статья поступила в редакцию 06.03.2013

РЕФЕРАТ

Латина Т.И., Епишев Н.Н., Латин Д.В. **Способ биометрической аутентификации пользователя в компьютеризованных системах контроля доступа.**

В данной статье рассмотрен подход к построению системы контроля доступа к ресурсам системы на основе способа динамической биометрической аутентификации пользователей по их рукописному почерку. Для организации ввода биометрических данных пользователя используется многокомпонентный датчик перемещений. Выполняется преобразование многоканального аналогового сигнала датчика в многоканальный дискретный сигнал в виде матрицы квантованных отсчетов. С целью выделения параметров идентификации проводится двумерное дискретное косинусное преобразование матрицы квантованных отсчетов. В результате преобразования получают матрицу параметрических весовых коэффициентов.

При создании базы данных зарегистрированных пользователей в режиме получения эталонной записи образец почерка (цифровой портрет) вводят в систему допуска образцов матрицу параметрических весовых коэффициентов, например, двумерного дискретного косинусного преобразования, каждый элемент которой является средним арифметическим значением соответствующих значений коэффициентов матриц двумерного дискретного косинусного преобразования пользователя, имеющего допуск в систему. Полученную матрицу используют как идентификационный портрет при верификации личности путем сравнения с эталонами базы данных пользователей, допущенных в систему.

Использование разложения сигнала на n направлений перемещения позволяет выполнять анализ каждого фрагмента разложения сигнала как отдельного, что упрощает задачу разметки и анализа исходного образа.

Предложенный способ динамической биометрической аутентификации пользователя по рукописному почерку не требует дорогостоящих считывателей биометрической информации, позволяет менять парольную фразу и может дополнять другие биометрические системы аутентификации.

SUMMARY

Lapina T.I., Epishev N.N., Lapin D.V. **Method for biometric authentication of the user in access control systems.**

The paper outlines the approach to construction of Access monitoring systems to system resources on the basis of a way dynamic biometric authentication of users on their hand-written handwriting. For data input of the biometric control the gauge of movings is used multicomponent. For the organization of input of the biometric data of the user the gage of movings is used multicomponent. Transformation of a multichannel analog signal of the gage to a multichannel discrete signal in the form of a matrix quantum readout is carried out.

As a result of transformation receive a matrix of factors two-dimensional discrete cosine transformations which is used as identification parameters for authentication.

Database of users allowed to access the system is formed from discretised and quantised readings of samples of the handwriting of a matrix of two-dimensional discrete cosine transform (TDCT) coefficients. When allowing a new user into the system, a matrix of TDCT coefficients similar to the reference sample is formed from the discretised and quantised readings of samples of the handwriting of that user. Comparison is carried out and a decision is made to associate the obtained record to one of the reference records.

Signal decomposition on n of the directions of movement allows to make the analysis of everyone fragment of decomposition of a signal that simplifies a problem of a marking and the analysis of an initial image/

The offered way of dynamic biometric authentication of the user on the hand-written doesn't demand expensive input readers of the biometric information, allows to change the password and can supplement other biometric systems of authentication.