

УДК 004.065

**Ю.А. Брюхомицкий****ЦЕПОЧНЫЙ МЕТОД КЛАВИАТУРНОГО МОНИТОРИНГА \***

*Предлагается цепочный метод представления биометрических параметров личности, предназначенный для реализации клавиатурного мониторинга пользователей компьютерной системы. Метод позволяет повысить точность представления клавиатурных параметров пользователя, а в итоге – точность мониторинга. Идея метода состоит в использовании дополнительной информации о корреляционных зависимостях смежных событий клавиатуры.*

*Клавиатурный мониторинг; клавиатурные биометрические параметры; смежные события клавиатуры; точность представления; аутентификация.*

**Yu. A. Bryukhomitsky****CHAIN METHOD OF KEYBOARD MONITORING**

*We propose a chain method of personal biometric parameter representation that is applied to user keystroke monitoring. The method increases the precision of keystroke feature representation and hence the precision of keystroke monitoring. The general idea of the method is based on the use of additional information about correlation between sequential keyboard events.*

*Keystroke monitoring; keystroke biometric features; sequential keyboard events; precision of representation; authentication.*

В системах клавиатурного мониторинга (КМ) пользователей компьютерных систем, работающих на произвольных текстах, решающее значение имеют характеристики точности и скорости определения легитимности фактически работающего пользователя. Построение систем КМ, удовлетворяющих этим требованиям, тесно связано со способами представления и классификации клавиатурных биометрических параметров пользователей.

Задача представления биометрических параметров заключается в приведении событий клавиатуры к некоторому структурированному виду, который позволяет выявить характерные признаки клавиатурного почерка (КП) данного пользователя, отличающие его от других пользователей. В режиме обучения системы КМ по этим признакам строится биометрический эталон пользователя. В рабочем режиме путем сравнения текущих признаков КП фактически работающего пользователя с биометрическим эталоном реализуется классификация владельца КП по принципу «свой – чужой» (аутентификация).

Наиболее простым и распространенным способом представления клавиатурных биометрических параметров пользователя, назовем его классическим методом, является прямое измерение временных характеристик клавиатурного ввода [1]. Как правило, контролируются три типа временных параметров элементарных событий клавиатуры: время удержания клавиш, время

---

\* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 08-07-00117-а.

пауз между очередными удержаниями клавиш, а также время возможного перекрытия в удержании клавиш при наборе смежных символов текста. Последний параметр удобно интерпретировать как отрицательное значение паузы между очередными удержаниями клавиш. В этом случае можно говорить только о двух типах временных параметров элементарных событий клавиатуры, принимаемых во внимание при анализе КП. При этом постулируется, что для конкретного пользователя эти события являются независимыми, а распределение вероятностей появления определенных значений временных параметров каждого события носит гауссовский характер с единственным центром распределения. При таком подходе в качестве индивидуальных характеристик КП-пользователя закономерно выступают усредненные значения временных параметров элементарных событий клавиатуры.

Если использовать обозначения:

- $\tau_i$  – значение времени удержания клавиши  $i$ ;
- $\tau_{ij}$  – алгебраическое значение времени паузы между удержаниями клавиш  $i$  и  $j$ ,

то в классическом методе КМ [1] результат регистрации времен удержания всех контролируемых клавиш  $i = 1, 2, \dots, n$  отображается одномерной матрицей-строкой

$$\mathbf{T}_i = [\tau_1 \tau_2 \dots \tau_n], i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

а результат регистрации времен пауз между удержаниями всех парных сочетаний клавиш отображается двумерной квадратной матрицей

$$T_{ij} = \begin{vmatrix} \tau_{11} & \tau_{12} & \dots & \tau_{1n} \\ \tau_{21} & \tau_{22} & \dots & \tau_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tau_{n1} & \tau_{n2} & \dots & \tau_{nn} \end{vmatrix}, i, j = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

Матрицы (1) и (2) содержат всю доступную в рамках классического метода информацию об индивидуальных особенностях КП-пользователя.

На этапе аутентификации текущие значения клавиатурных параметров идентифицировавшего себя пользователя, представленные матрицами (1) и (2), сравниваются с эталонными значениями, предварительно сформированными для данного пользователя в виде статистических оценок вариаций каждого параметра. На основании итогового баланса произведенных сравнений принимается аутентификационное решение (АР) «свой – чужой».

Недостатком классического метода КМ является низкая точность, обусловленная, в первую очередь, недостаточной информативностью принятого представления клавиатурных параметров. Причем уровень ошибок существенно не снижается и при больших объемах статистики представления параметров. Это наталкивает на мысль, что в классическом методе представления и классификации клавиатурных параметров присутствует некоторая существенная по величине составляющая методической ошибки, не устраняемая на этапе реализации КМ.

Последующие исследования в этой области показали, что статистические оценки временных параметров одних и тех же событий клавиатуры, но наступающих в различных сочетаниях, заметно отличаются, что свидетельствует о

наличии устойчивых корреляционных зависимостей между смежными событиями клавиатуры. На основании этих результатов был предложен метод многосвязного представления клавиатурных параметров [2, 3], направленный на повышение точности систем КМ. В развитие этого подхода в данной работе для учета корреляционных зависимостей смежных событий клавиатуры предлагается иной, существенно отличающийся в реализации – *цепочный метод* представления параметров клавиатурного почерка. Метод направлен на получение и использование дополнительных статистических характеристик КП-личности для повышения точности представления клавиатурных параметров, а, в конечном итоге, – точности аутентификации.

В процессе КМ в динамике регистрируются, по существу, два вида последовательно наступающих событий клавиатуры: наличие факта удержания одной из  $n$  клавиш и отсутствие факта удержания одной из  $n$  клавиш. Наличие отрицательной паузы, фиксируемое как наличие факта удержания одновременно двух клавиш, условно относится ко второму виду событий клавиатуры.

Представим совокупность событий клавиатуры первого вида множеством  $A_x$ , а совокупность событий клавиатуры второго вида множеством  $A_y = A_x$ . Объединенное множество  $A = A_x \cup A_y$  будем рассматривать как *алфавит*  $A$  всех возможных событий клавиатуры:  $A_x \subset A, A_y \subset A$ .

Используя терминологию формальных грамматик, ограниченные последовательности событий клавиатуры из множества  $A$ , ориентированные слева направо, начинающиеся и оканчивающиеся событиями из множества  $A_x$ , будем рассматривать как *цепочки событий*, построенные из элементов алфавита  $A$ . Цепочки событий будем обозначать как  $T_{i_1, i_2, \dots, i_q}, i_1, i_2, \dots, i_q = 1, 2, \dots, n$ . Длиной  $r$  цепочки будем

считать общее число событий алфавита  $A$ , входящих в эту цепочку:  $|T_{i_1, i_2, \dots, i_q}| = r$ .

Поскольку при клавиатурном наборе события из множеств  $A_x$  и  $A_y$  строго чередуются, в каждой цепочке длины  $r$  будет содержаться  $q$  событий множества  $A_x$  и  $p = q - 1$  событий множества  $A_y$ . То есть  $r = q + p = 2q - 1$ . Частный случай такого представления при  $r = 1$  соответствует классическому методу, при  $r \geq 3$  – имеет место цепочный метод.

Таким образом, для заданного числа контролируемых клавиш  $n$  и заданной длины цепочек  $r$  суть цепочного метода представления клавиатурных параметров в терминах формальных грамматик состоит в формировании всех возможных цепочек событий алфавита  $A$  длины  $r$  в пространстве размерности  $q = (r+1)/2$ .

Рассмотрим простейший случай, когда все цепочки событий алфавита  $A$  имеют минимальную для цепочного метода длину  $r = 3$ . В каждой такой цепочке будет содержаться  $r = 3$  событий алфавита  $A$ , в том числе  $q = 2$  событий множества  $A_x$  и  $p = 1$  событий множества  $A_y$ . С учетом ориентации слева направо в цепочке будут последовательно наступать следующие события:

- удержание клавиши  $i$ ;
- пауза между удержанием клавиш  $i$  и  $j$ ;
- удержание клавиши  $j$ .

Сопоставим указанные события алфавита  $A$  с временными параметрами КМ. Для этого зададим в поле действительных чисел  $P$  двумерную квадратную матрицу  $T_{ij}^2$ , состоящую из  $n^2$  элементов  $T_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, \dots, n$ ):

$$T_{ij}^2 = \left\| T_{i,j} \right\|, i, j = 1, 2, \dots, n, \quad q = 2.$$

Каждый элемент  $T_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, \dots, n$ ) матрицы  $T_{ij}^2$  будем представлять цепочкой длины  $r$ , содержащей три временных параметра из числового поля  $P$ :

- время  $\tau_i$  – удержание клавиши  $i$ ;
- время  $\tau_{ij}$  – паузы между удержаниями клавиш  $i$  и  $j$  (может принимать как положительные, так и отрицательные значения);
- время  $\tau_j$  – удержание клавиши  $j$ .

Матрица  $T_{ij}^2$ , содержащая все цепочки длины  $r = 3$  из алфавита  $\mathbf{A}$ , будет иметь вид

$$T_{ij}^2 = \left\| \begin{array}{cccc} \tau_1 \tau_{11} \tau_1 & \tau_1 \tau_{12} \tau_2 & \cdots & \tau_1 \tau_{1n} \tau_n \\ \tau_2 \tau_{21} \tau_1 & \tau_2 \tau_{22} \tau_2 & \cdots & \tau_2 \tau_{2n} \tau_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tau_n \tau_{n1} \tau_1 & \tau_n \tau_{n2} \tau_2 & \cdots & \tau_n \tau_{nn} \tau_n \end{array} \right\| = \left\| T_{ij} \right\| = \left\| \begin{array}{cccc} T_{11} & T_{12} & \cdots & T_{1n} \\ T_{21} & T_{22} & \cdots & T_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ T_{n1} & T_{n2} & \cdots & T_{nn} \end{array} \right\|$$

Следующий уровень цепочного метода соответствует ситуации, когда все цепочки алфавита  $\mathbf{A}$  имеют длину  $r = 5$ . В каждой такой цепочке теперь будет содержаться  $r = 5$  событий алфавита  $\mathbf{A}$ , из которых  $q = 3$  событий множества  $\mathbf{A}_x$  и  $p = 2$  событий множества  $\mathbf{A}_y$ . С учетом ориентации слева направо в цепочке будут последовательно наступать следующие события:

- удержание клавиши  $i$ ;
- пауза между удержанием клавиш  $i$  и  $j$ ;
- удержание клавиши  $j$ ;
- пауза между удержанием клавиш  $j$  и  $k$ ;
- удержание клавиши  $k$ .

Сопоставим указанные события алфавита  $\mathbf{A}$  с временными параметрами КМ. Для этого зададим в поле действительных чисел  $P$  трехмерную (пространственную) кубическую матрицу  $T_{ijk}^3$ , состоящую из  $n^3$  элементов  $T_{ijk}$  ( $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ ):

$$T_{ijk}^3 = \left\| T_{i,j,k} \right\|, i, j, k = 1, 2, \dots, n, \quad q = 3.$$

Каждый элемент  $T_{ijk}$  ( $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ ) матрицы  $T_{ijk}^3$  будем представлять цепочкой длины  $r = 5$ , содержащей пять временных параметров из числового поля  $P$ :

- время  $\tau_i$  – удержание клавиши  $i$ ;
- время  $\tau_{ij}$  – паузы между удержаниями клавиш  $i$  и  $j$ ;
- время  $\tau_j$  – удержание клавиши  $j$ ;
- время  $\tau_{jk}$  – паузы между удержаниями клавиш  $j$  и  $k$ ;
- время  $\tau_k$  – удержание клавиши  $k$ .

Для описания трехмерной матрицы представим ее совокупностью двумерных параллельных сечений определенной ориентации ( $i$ ) с последовательной фиксацией индекса  $i = 1, 2, \dots, n$  для каждого сечения.

Рассмотрим первое сечение ориентации ( $i$ )  $T_{1jk}^3$ , содержащее совокупность элементов трехмерной матрицы  $T_{ijk}^3$  с первым фиксированным значением первого индекса:  $i = 1$ . Такое сечение представляет собой двумерную квадратную матрицу:

$$T_{1jk}^3 = \|T_{1jk}\| = \begin{vmatrix} T_{111} & T_{112} & \dots & T_{11n} \\ T_{121} & T_{122} & \dots & T_{12n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ T_{1n1} & T_{1n2} & \dots & T_{1nn} \end{vmatrix}.$$

Второе сечение ориентации ( $i$ )  $T_{2jk}^3$  матрицы  $T_{ijk}^3$  со вторым фиксированным значением первого индекса:  $i = 2$  дает вторую двумерную квадратную матрицу:

$$T_{2jk}^3 = \|T_{2jk}\| = \begin{vmatrix} T_{211} & T_{212} & \dots & T_{21n} \\ T_{221} & T_{222} & \dots & T_{22n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ T_{2n1} & T_{2n2} & \dots & T_{2nn} \end{vmatrix}.$$

Продолжая процедуру последовательного получения параллельных сечений ориентации ( $i$ ) с  $i = 3, 4, \dots, n$  фиксированными значениями первого индекса, получим последнее сечение ориентации ( $i$ )  $T_{njk}^3$  матрицы  $T_{ijk}^3$  с  $n$ -м фиксированным значением первого индекса:  $i = n$ , которое дает  $n$ -ю двумерную квадратную матрицу:

$$T_{njk}^3 = \|T_{njk}\| = \begin{vmatrix} T_{n11} & T_{n12} & \dots & T_{n1n} \\ T_{n21} & T_{n22} & \dots & T_{n2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ T_{nn1} & T_{nn2} & \dots & T_{nnn} \end{vmatrix}.$$

Все  $n$  параллельных сечений ориентации ( $i$ ):  $T_{1jk}^3, T_{2jk}^3, \dots, T_{njk}^3$  полностью описывают трехмерную кубическую матрицу

$$T_{ijk}^3 = \|T_{i,j,k}\|, i, j, k = 1, 2, \dots, n, \quad q = 3.$$

По приведенной схеме можно реализовать представление параметров КП с цепочками любой заданной длины  $r$ , используя пространственные матрицы мерности  $q$ , где  $q = (r + 1) / 2$ . В общем случае, для представления событий алфавита **A**

временными параметрами КМ в поле действительных чисел  $P$  необходимо задать пространственную матрицу мерности  $q$ :

$$T_{i_1 i_2 \dots i_q}^q = \left\| T_{i_1, i_2, \dots, i_q} \right\|, \quad i_1, i_2, \dots, i_q = 1, 2, \dots, n,$$

содержащую  $n^q$  элементов, представленных цепочками длины  $r = 2q - 1$ . При этом мерность пространства  $q$  определяется длиной формируемых цепочек коррелированных событий  $q = (r + 1) / 2$ . Другими словами, в цепочном методе используется многомерное представление связанных между собой событий клавиатуры, при котором каждой цепочке событий соответствует точка  $(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_q)$  в многомерном пространстве мерности  $q$  с координатами  $\xi_k, k = 1, 2, \dots, q$ , определяемыми событиями  $i = 1, 2, \dots, n$  из множества  $A_x$ .

Пример представления цепочным методом, с заданной длиной цепочек  $r = 3$  и  $r = 5$ , клавиатурного набора слова «почерк» иллюстрирует рис. 1.

Биометрический эталон пользователя получают на основе усреднения  $l$  измерений каждого параметра в элементах матриц  $T_{i_1 i_2 \dots i_q}^q$ . Для этого используются два известных способа. Выбор одного из них определяется числом проведенных измерений  $l$  (числа образцов) каждого временного параметра.

При малом числе измерений  $l$  биометрический эталон строится путем установления границ вариации каждого контролируемого параметра. Например, при  $r = 3$  содержимое цепочек  $T_{ij}$  матрицы  $T_{ij}^2$  будет представляться в виде

$$T_{ij} = (\min_l \tau_i, \max_i \tau_i), (\min_l \tau_j, \max_i \tau_j), (\min_l \tau_{ij}, \max_i \tau_{ij}).$$

При большом числе измерений  $l$  более достоверным является вычисление числовых характеристик распределения контролируемых параметров: математических ожиданий  $m(\tau)$  и дисперсий  $\sigma(\tau)$ , на основе которых определяются интервалы изменения каждого параметра:

$$\min_l \tau = m(\tau) - \sigma(\tau), \quad \max_l \tau = m(\tau) + \sigma(\tau).$$

При обработке биометрических данных рассматриваются распределения выборочных статистик, поэтому их следует задавать на основе  $t$ -распределения Стьюдента, учитывающего ошибку  $P_1$  «своего» пользователя. В этом случае интервалы изменения каждого параметра  $\tau$  вычисляются по формулам

$$\min_l \tau = m(\tau) - t[l(1-P_1)] \cdot \sigma(\tau), \quad \max_l \tau = m(\tau) + t[l(1-P_1)] \cdot \sigma(\tau),$$

где  $t$  – коэффициенты Стьюдента, получаемые из соответствующих таблиц по заданным значениям  $l$  и  $P_1$ .

Так или иначе, каждый тип временного параметра в эталоне пользователя, в конечном итоге, будет представлен двумя граничными значениями интервала варибельности. В свою очередь, каждый элемент матриц  $T_{i_1 i_2 \dots i_q}^q$  будет представлен цепочкой удвоенной длины:  $R = 2r = 2(2q-1) = 4q-2$ .

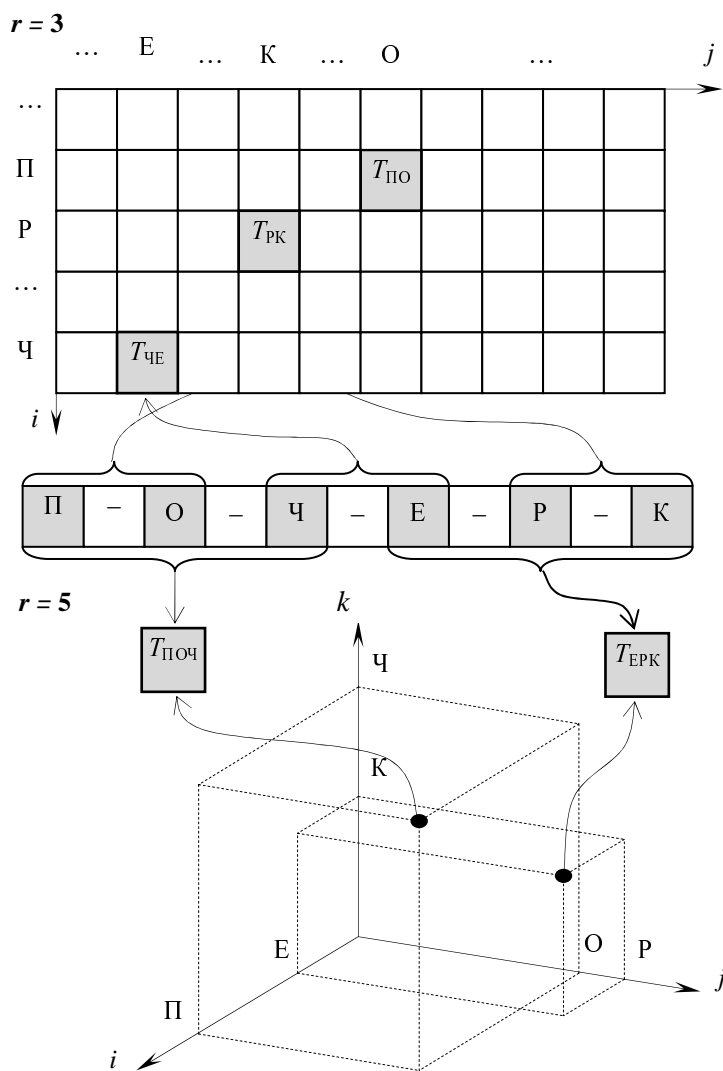


Рис. 1. Пример представления цепочным методом с заданной длиной цепочек  $r = 3$  и  $r = 5$ , клавиатурного набора слова «почерк»

Метрические показатели многомерных матриц  $T_{i_1 i_2 \dots i_q}^q$  сведены в табл. 1.

Таблица 1

Метрические показатели многомерных матриц  $T_{i_1 i_2 \dots i_q}^q$





Рабочий режим – это основной режим системы КМ, в котором собственно реализуется динамическая аутентификация пользователя. Этот режим содержит два последовательных взаимосвязанных этапа:

1. Этап сбора и накопления текущих биометрических параметров работающего в компьютерной системе пользователя, который до получения результата аутентификации считается неизвестным ( $x$ -пользователь). На этом этапе заполняются матрицы  $T_x$   $x$ -пользователя;
2. Этап аутентификации, на котором производится сравнение матриц  $T_x$   $x$ -пользователя с матрицами  $T_v$  легитимного  $v$ -пользователя. Для сравнения используется биометрический эталон  $v$ -пользователя, который аутентифицировал себя в текущем сеансе.

Принцип организации сбора и накопления текущих биометрических параметров  $x$ -пользователя в основе такой же, как и принцип формирования биометрического эталона  $v$ -пользователя. Отличие состоит в том, что для эталона вычисляются парные оценки пределов варибельности временных параметров, а для  $x$ -пользователя только оценки математических ожиданий распределения временных параметров. Такие оценки удобно делать в темпе сбора статистики пользователя по мере увеличения числа  $l$  образцов каждого временного параметра. Для этого применяется итерационная формула

$$m_i(\tau) \approx m_{i-1}(\tau) \times (l-1) / l + \tau_i / l.$$

В процессе клавиатурной работы пользователя неизбежно возникают длительные паузы, обусловленные причинами, не связанными с временными параметрами КП. Эти паузы при анализе КП являются шумом и должны быть исключены. Для этого необходимо ввести ограничения на максимально допустимые длительности событий клавиатуры. Верхний предел времени удержания клавиш обычно ограничивается автоматически включенным по умолчанию режимом Турематик (автоповтора передачи скан-кода нажатой клавиши). В случае использования режима Make/Break (отключение автоповтора передачи скан-кода нажатой клавиши) верхний предел удержания клавиш необходимо задать явным образом. Ограничения на верхний предел времени пауз между удержаниями клавиш  $(\tau_n)_{\max}$  необходимо также задавать явным образом для выделения лингвистически связанных цепочек событий клавиатуры. В результате, функционирование системы КМ в режиме накопления статистики будет состоять из чередующихся периодов накопления временных параметров и периодов вынужденных пауз  $T_n > (\tau_n)_{\max}$ .

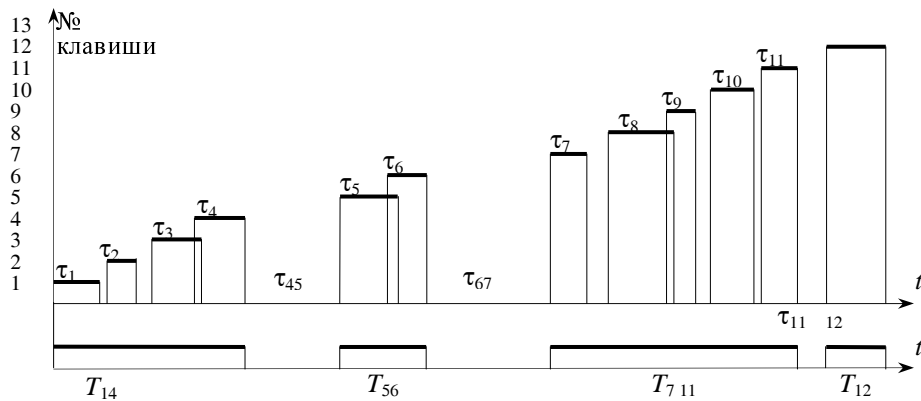
В процессе сбора статистики текущая длина цепочки лингвистически связанных символов  $\rho$  является переменной величиной, изменяющейся в диапазоне  $1 \leq \rho \leq r$ , и определяется сочетанием нескольких условий:

1. Если в текущей  $i$ -цепочке до момента  $\left| T_{i_1 i_2 \dots i_q} \right| = r$  появляется пауза  $T_n > (\tau_n)_{\max}$ , то  $i$ -цепочка считается законченной в момент начала паузы  $T_n$ , ее длина ограничивается фактически достигнутой  $\left| T_{i_1 i_2 \dots i_q} \right| = \rho < r$ , а новая  $(i+1)$ -цепочка начинается в момент наступления следующего события из множества  $A_x$ .

2. Если в текущей  $i$ -цепочке до момента  $|T_{i i_2 \dots i_q}| = r$  пауза  $T_n$  не наступает, то  $i$ -цепочка считается законченной в момент  $|T_{i i_2 \dots i_q}| = r$ , а новая  $(i+1)$ -цепочка начинается в момент наступления следующего события из множества  $A_x$ .

Принцип образования цепочек на примере  $r = 5$  иллюстрирует рис. 3.

Цепочки  $T_{14}, T_{56}, T_{711}, T_{12}$ , чередуются с паузами  $T_n = \tau_{45}, T_n = \tau_{67}, T_n = \tau_{1112}$ . Паузы  $T_n = \tau_{45}$  и  $T_n = \tau_{67}$  превышают допустимый предел  $(\tau_n)_{max}$ , поэтому являются



причиной окончания цепочек  $T_{14}, T_{56}$ . Пауза  $T_n = \tau_{1112}$ , не превышает допустимый предел  $(\tau_n)_{max}$ , тем не менее является причиной окончания цепочки  $T_{711}$  поскольку последняя достигла максимально допустимой длины  $|T| = 5$ .

Рис. 3. Принцип образования цепочек на примере  $r=5$

На этапе аутентификации производится сравнение матриц  $T_x$  с матрицами  $T_v$  легитимного  $v$ -пользователя, который аутентифицировал себя в текущем сеансе. По результатам сравнения принимается АР. В простейшем случае сравнение можно проводить с использованием меры близости Хэмминга. При этом результат сравнения одного текущего значения временного параметра с соответствующим эталонным значением дает один двоичный символ вектора Хэмминга. Для цепочки длиной  $r$  потребуется соответственно  $r$  двоичных символов вектора Хэмминга.

Общая длина  $d_E$  вектора Хэмминга  $E$  для заданной глубины лингвистического анализа  $r$  определяется выражением:

$$d_E = 3m_{E3} + 5m_{E5} + \dots + r \cdot m_{Er} = \sum_{\rho=3}^r r \cdot m_{E\rho}, \quad 1 \leq \rho \leq r, \quad m_{E\rho} \leq m_{Er},$$

где  $m_{E\rho}$  – число цепочек матрицы  $T_x^r$ , для которых были получены статистические оценки  $m_i(\tau)$ .

Аутентификацию текущего пользователя удобно реализовать в периодическом режиме. Период может измеряться величиной «чистого» времени сбора статистики (с вычетом всех пауз  $T_n$ ), числом проведенных измерений  $L$ , числом цепочек  $m_{E\rho}$  матрицы  $T_x^r$ , для которых были получены статистические оценки или другим аналогичным способом. АР определяется пороговым значением меры Хэмминга  $E_v^i$ , для  $v$ -пользователя, которое может быть задано разными способа-

ми. Значение  $E_v^i$  можно определить экспериментальным путем на основе статистической оценки нижнего уровня числа нулевых символов вектора Хэмминга  $v$ -пользователя. Другой способ опирается на то обстоятельство, что при достаточно большом числе контролируемых биометрических параметров распределение значений меры Хэмминга для  $v$ -пользователя становится близким к нормальному, а значит  $E_v^i$  с учетом выборочных статистик можно определить по формуле

$$E_v^i = m(E_v) + t[L, (1 - P_1)] \cdot \sigma[E_v].$$

Предлагаемый цепочный метод представления параметров клавиатурного почерка обобщает известные подходы в этой области. Он позволяет в необходимой степени, задаваемой на этапе создания системы КМ, учесть любую глубину корреляционных зависимостей в смежных событиях клавиатуры, и, тем самым, создать необходимые предпосылки для повышения точности представления клавиатурных параметров, а в конечном итоге – точности аутентификации личности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Широчин В.П., Кулик А.В., Марченко В.В. Динамическая аутентификация на основе анализа клавиатурного почерка. // [http://www.masters.donntu.edu.ua/2002/fvti/aslamov/files/bio\\_authentication.htm](http://www.masters.donntu.edu.ua/2002/fvti/aslamov/files/bio_authentication.htm).
2. Брюхомицкий Ю.А., Казарин М.Н. Система скрытного клавиатурного мониторинга // Известия ТРТУ. Технические науки. – 2006. – № 9 (64). – С. 153–154.
3. Брюхомицкий Ю.А., Казарин М.Н. Методы многосвязного представления клавиатурного почерка // Материалы III Международной конференции «Нелокальные краевые задачи и родственные проблемы математической биологии, информатики и физики». – Нальчик, 5–8 декабря 2006. – С. 68–69.

#### **Брюхомицкий Юрий Анатольевич**

Технологический институт Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: bya@tsure.ru.

347928, г. Таганрог, ул. Чехова, 2.

Тел.: 8 (8634) 371-905.

Кафедра безопасности информационных технологий; доцент.

#### **Bryukhomitsky Yuri Anatolyevich**

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: bya@tsure.ru.

2, Chekhova str., Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +7 (8634) 371-905.

Department of IT-Security; associate professor.

УДК 004.065

**Ю.А. Брюхомицкий**

#### **СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ**