

# Інфокомунікаційні системи

УДК 519.711.3:343.98

Н.А. Кошева, Н.І. Мазниченко

Національний університет «Юридична академія України імені Ярослава Мудрого», Харків

## ДИНАМІЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОРИСТУВАЧІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

*У статті розглянуті основні принципи побудови, області вживання, особливості використання автоматизованих систем ідентифікації користувачів комп'ютерних систем та мереж за інформаційним почерком. Досліджені деякі підходи до ідентифікації користувача ЕОМ за допомогою двох складових інформаційного почерку: клавіатурний почерк та динаміка роботи з маніпулятором «миша», розглянутих в комплексі. Проаналізовані можливі сфери вживання, запропоновані перспективні області застосування.*

**Ключові слова:** інформаційний почерк, ідентифікація користувачів ЕОМ

### Введення

**Постановка проблеми.** У час загальної інформатизації особливу важливість і значення набувають задачі захисту інформації. Проблема захисту інформації у комп'ютерних системах стає все більш гострою та актуальною ще у зв'язку з постійним зростанням злочинності у сфері комп'ютерних технологій. Тому постійно розробляються нові методи захисту, які дозволяють збільшувати надійність і стійкість систем, призначених для вирішення такого роду задач [1].

Основною частиною забезпечення безпеки інформаційної системи є завдання обмеження кола осіб, які мають доступ до конкретної комп'ютерної інформації. Доступ користувачів до різних класів інформації повинен визначатися ідентифікацією, тобто процесом розпізнавання параметрів, що однозначно визначають користувача. Ідентифікація користувача ЕОМ – завдання, вирішення якого дозволяє організувати весь процес управління правами доступу до інформаційних ресурсів комп'ютерних систем. Ефективність системи ідентифікації визначається якістю розпізнавання, залежною від ступеня унікальності параметрів користувача. В даний час існують три основні підходи до ідентифікації користувачів: парольна ідентифікація; апаратна ідентифікація (використання різноманітних токен, скречкарт і т. д.); біометрична ідентифікація. Біометрична ідентифікація – це спосіб ідентифікації особи по окремих специфічних біометричних ознаках, властивих конкретній людині. Сучасний рівень розвитку комп'ютерних технологій дозволив використовувати подібні ознаки як основу для ідентифікації людини.

З погляду використання прихованого моніторингу роботи за персональним комп'ютером представляє інтерес класифікація психофізичних пара-

метрів користувача, до яких відносяться: клавіатурний почерк, підпис мишею, реакція на події, що відбуваються на екрані [2]. Термін, що з'явився в зв'язку з цим, інформаційний почерк користувача (далі ІПК) відображає стиль роботи користувача з деякими пристроями введення.

**Аналіз літератури.** Останнім часом все більша увага звертається на методи ідентифікації особи користувача і його фізичного стану по динаміці підсвідомих рухів. Мова йде про відпрацьовані рухові навички людини і можливості їх моніторингу по відповідних ознаках. Спостереження за ІПК під час роботи користувача з персональним комп'ютером дозволяє відстежувати його працездатність і характер роботи, яка виконується.

У літературі наводяться результати аналізу написання букв [3], спостереження клавіатурного почерку [4, 5] і «інформаційного почерку» [6, 7]. Відомі роботи по розпізнаванню клавіатурного почерку використовують лише наступні параметри: середня швидкість натиснення клавіші, середній час утримання клавіші, середній час між натисненнями окремих клавіш. Існують наступні основні напрямки щодо рішення задач розпізнавання клавіатурного почерку користувача: ймовірно-статистичний та з використанням нейронних мереж. Засобами нейронних мереж клавіатурний почерк розпізнається з надійністю 0,99 [4]. При цьому здійснюється не моніторинг роботи користувача, а формування ІПК у момент введення парольної фрази і розпізнавання її образу при вході в систему. Але в жодній роботі не розглядається безперервний режим моніторингу роботи користувача.

Існуючі дослідження моніторингу маніпулятора миша при роботі користувача в системі показують надійність розпізнавання 0,8 – 0,9 [8, 9]. Але жодне дослідження не розглядає моніторинг всього

процесу еволюції системи «користувач-миша» впродовж тривалого (потенційно необмеженого) інтервалу часу спостереження за користувачем.

**Мета статті.** На сьогоднішній день багато питань ідентифікації користувачів за ПК не вивчено. Актуальна розробка нових методів, алгоритмів і їх програмно-апаратних реалізацій, що дозволить значно підвищити ефективність автоматизованих систем, призначених для цієї мети. Також представляється цікавим розгляд сфер вживання ідентифікації користувача за ПК, яким до останнього часу призначалося мало уваги, наприклад, моніторинг роботи користувача на протязі тривалого часу з метою відстеження його фізичного стану, що вважається дуже важливим для деяких сфер вживання, де можливі помилки під час роботи можуть мати не тільки важливе значення, але і бути катастрофічними.

### Основна частина

Кожна людина індивідуальна і її індивідуальність простежується також і при роботі користувачів за комп'ютером.

Для вирішення задачі ідентифікації користувачів активно використовуються методи біометрії – ідентифікації конкретної людини за унікальними, притаманними лише їй біологічними ознаками. Системи доступу і захисту інформації, засновані на таких технологіях є не тільки надійними, але і найзручнішими для користувачів на сьогоднішній день. Біометричні технології активно застосовуються в багатьох областях, пов'язаних із забезпеченням безпеки доступу до комп'ютерних систем і матеріальних об'єктів.

Серед біометричних механізмів ідентифікації можна виділити такі:

1) по статичних ознаках – ті, що практично не міняються згодом, починаючи з народження людини (по відбитку пальця, по малюнку райдужної оболонки ока або сітківки ока, по геометрії грона руки, за формою долоні, будові лица, формі черепа, по формі лица, ДНК і т.д.);

2) по динамічних ознаках – поведінкові характеристики, тобто ті, які засновані на особливостях, властивих для підсвідомих рухів в процесі відтворення якої-небудь дії (по голосу, по почерку, по клавіатурний почерку, по ході, по динаміці роботи з маніпулятором «миша»). Динамічні ознаки можуть змінюватися з часом, але не різко, стрибком, а поступово [10].

У біометричних системах ідентифікації, які засновані на динамічних ознаках, найчастіше використовуються голос, почерк і клавіатурний почерк. Привабливою рисою систем динамічної ідентифікації є те, що вони здатні паралельно з ідентифікацією оцінювати поточний психічний стан особи. З цієї причини динамічні методи розглядаються як психологічні.

Новим напрямом моніторингу особи користувача є відстеження його поведінкових особливостей,

що виявляються в характері роботи з різними маніпуляторами: світлове перо, маніпулятор «миша», клавіатура та ін. В результаті відстеження ПК комп'ютері може формуватися унікальний для кожного користувача образ, який може використовуватися як засіб ідентифікації його стану, рівня комп'ютерної письменності, специфіки діяльності і так далі.

Під інформаційним почерком конкретного користувача будемо розуміти область простору параметрів, що відображають особливості роботи користувача з різними пристроями введення (клавіатура, комп'ютерна миша, графічний планшет, джойстик і т.п.). Очікується, що всі користувачі мають ПК, що розрізняються, в деякій метриці цього простору. Слід сказати, що поняття «інформаційний почерк» зустрінете тільки в роботах [2, 6, 7].

У даній роботі передбачається, що випадковий процес взаємодії користувача з пристроями введення комп'ютера – мишею і клавіатурою – стаціонарний на тимчасовому інтервалі аналізу.

При виборі параметрів для ідентифікації інформаційного почерку дуже важливо врахувати самі ті, які мають важливе значення для надійної ідентифікації користувача.

Стосовно маніпулювання комп'ютерною мишею у [8] визначена множина параметрів траєкторії курсору. Запропоновано кожен траєкторію відобразити вектором п'яти параметрів:

$$m = (T, L, U_p, \delta, \alpha),$$

де  $T$  – час руху маніпулятора до його зупинки;  $L$  – довжина траєкторії;  $U_p$  – швидкість розгону;  $\delta$  – час між зупинкою покажчика й підтверджуючим натисненням кнопки маніпулятора;  $\alpha$  – кут напряду початкового руху. Більшість з цих параметрів визначає швидкісні характеристики (динаміку) роботи користувача з комп'ютерною мишею.

В результаті вимірювань множини траєкторій може бути сформована статистична вибірка з  $N$  векторів, представлена у вигляді матриці експерименту розмірністю  $N \times 5$ . Ця матриця є базою для різноманітної обробки з метою формування унікального комп'ютерного образу користувача. Наприклад: вектор середніх (простий випадок); 10 координат вершин гіперпаралелепіпеда, що формуються мінімальними і максимальними значеннями в стовпцях матриці експерименту; 5-мірна гістограма – аналог імовірнісної міри, з 5-мірною множиною інтервалів (осередків простору параметрів). Проблема нестаціонарного почерку може бути вирішена, зокрема, регулярним/нерегулярним повторенням акту «навчання» системи, що формує і ідентифікує ПК.

Стосовно клавіатурного почерку дослідження показали [4, 5], що клавіатурний почерк досвідченого користувача володіє стабільністю. Це дозволяє з великою достовірністю ідентифікувати користувача,

що працює з клавіатурою. У якості часових параметрів роботи користувача за клавіатурою автори вказаних робіт пропонують середні значення часових інтервалів  $\tau_{Hj}$  між натисненням клавіш і тривалості часу  $\tau_{Tj}$  їх утримання. При цьому часові інтервали між натисненням клавіш характеризують темп роботи, а час утримання клавіш – стиль роботи з клавіатурою: різкий удар або плавне натиснення [4].

До цих двох характеристик додають середню швидкість набору тексту, зміряну в різних епізодах роботи з клавіатурою [4]:

$$U_H = \sum_{i=1}^n U_i / n,$$

де  $U_i$  – середня швидкість набору в  $i$ -му епізоді.

При цьому за деякий час вимірювання з'являється  $M$  значень 3-мірного вектора, які характеризують  $M$  епізодів взаємодії користувача з клавіатурою, – матриця експерименту  $M \times 3$ . Її обробка також може бути зведена до трьох вище перелічених варіантів, якщо рахувати процес роботи користувача з клавіатурою стаціонарним.

Таким чином, для ідентифікації інформаційного почерку користувача необхідно відстежувати значення як мінімум восьмимірного вектора:

$$P = (T, L, U_p, \delta, \alpha, U_H, t_{UT}, t_H).$$

Дослідження взаємозв'язків між параметрами інформаційного почерку на вибірці об'ємом більше 10 000 у декількох користувачів показує, що статистичний зв'язок параметрів клавіатурного почерку і параметрів траєкторій комп'ютерної миші слабкий. Це говорить про самоцінність кожного з компонентів вектора  $P$  параметрів ІПК. З кореляційної матриці слідує також гіпотеза про відносну автономію кожного з параметрів і відсутності надмірності в сукупності вибраних характеристик ІПК.

У основі більшості алгоритмів розпізнавання лежить гіпотеза компактності, яка полягає в тому, що реалізації одного образу (матриця  $N \times 8$ ) в 8-мірному геометричному просторі утворюють «компактні згустки». Процес ідентифікації ІПК складається з двох основних етапів: навчання (відображення) ІПК кожного користувача і ухвалення рішення про приналежність процесу взаємодії користувача з комп'ютером одному з еталонів (відображень) ІПК.

Процедура формування образу ІПК в реальному часі на етапі «навчання» може бути розбита на три стадії, що повторюються:

- 1) вимірювання значень параметрів подій і процесів, пов'язаних з вказаними вище пристроями під час роботи користувача з комп'ютером. Формування матриці експерименту. При цьому необхідне нормування значень параметрів;
- 2) формування образу ІПК;
- 3) шифрування результату.

Поповнення навчальної вибірки може відбуватися, наприклад, через кожних 5 хвилин. Програмне забезпечення для здійснення цих вимірювань створене і апробоване [7]. Висока продуктивність сучасних комп'ютерів робить цей процес абсолютно непомітним для користувача.

На цьому, першому етапі, вирішальною є стадія 2. Враховуючи, що вектор  $P$  випадковий, необхідні методи математичної статистики для формування відображень ІПК. При цьому немає проблеми репрезентативності вибірки, оскільки отримання кількості вимірювань в декілька тисяч не складає труднощів.

Перша процедура заснована на відображенні ІПК крапкою в 8-мірному просторі – ІПК<sub>c</sub> = ( $p_1, \dots, p_8$ ), де  $p_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 8$ ) – середні значення стовпців матриці експерименту.

Друга процедура зводиться до редукції матриці експерименту в матрицю  $2 \times 8$ , першим рядком якої є мінімальні значення, другим – максимальні значення відповідних стовпців матриці експерименту. В цьому випадку образ ІПК – це багатовимірний паралелепіпед (ІПК<sub>x</sub>):

$$\Delta P = (p_{11} \leq p_1 \leq p_{12}, p_{21} \leq p_2 \leq p_{22}, \dots, p_{81} \leq p_8 \leq p_{82}).$$

Правила формування ІПК<sub>c</sub> і ІПК<sub>x</sub> визначають процедури ідентифікації ІПК користувача, що працює за комп'ютером. Нагадаємо, що поки розглядаємо тільки стаціонарний процес взаємодії користувача з комп'ютером.

Можна запропонувати наступні алгоритми ідентифікації користувача.

**Алгоритм 1.** Доречно розглянути простий варіант зіставлення евклидових відстаней між поточним ІПК (поточною крапкою) і кожним із створених образів допущених до системи користувачів. Істотним обмеженням цього методу є неможливість абсолютної ідентифікації користувача. Правда, що проблему можна вирішити в процесі тривалого використання методу і створення  $\delta$ -областей ІПК<sub>c</sub>. Для цього необхідно відстежувати флуктуації положення конкретної крапки і визначати цю область у вигляді гіперпаралелепіпеда, об'єм якого визначається таким чином:

$$V_n = (p_{1,\max} - p_{1,\min}) \times (p_{2,\max} - p_{2,\min}) \times \dots \times (p_{n,\max} - p_{n,\min}).$$

Межі гіперпаралелепіпеда розглядаються у вигляді мінімальних і максимальних значень координат або в статистичних довірчих інтервалах для координат. Останнє зажадає як мінімум перевірки гіпотези на нормальність розподілів координат.

**Алгоритм 2** базується на представленні ІПК у вигляді гіперпаралелепіпеда – ІПК<sub>x</sub>. Зокрема, можна використовувати метод «еталонів, що дробляться», – розпізнавання з використанням покриття навчальних вибірок кожного образу простими фігурами, що ускладнюються в міру необхідності [11]. Ухвалення рішення про схожість або відмінність двох ІПК<sub>x</sub> при

перетині гіперпаралелепіпедів здійснюється таким чином. При перетині двох образів область перетину ділиться на додаткові образи наступного покоління, які у свою чергу при перетині також можуть бути розбиті.

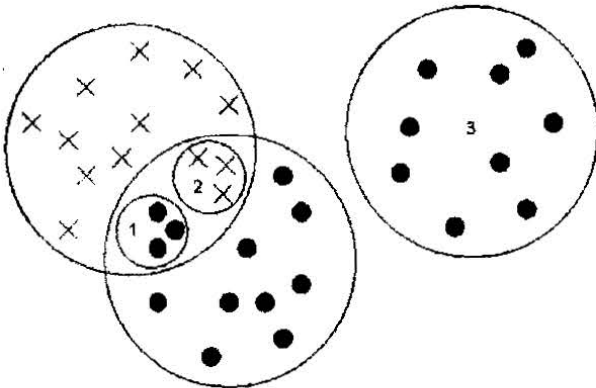


Рис. 1. Послідовне ділення перетинів гіперпаралелепіпедів ІПК на під області

Використання гіперпаралелепіпедів, як фігур що покривають, дозволить спростити процес обчислення об'ємів можливих перетинів різних образів – ІПК<sub>к</sub> різних користувачів. Цей метод може дати економію часу розрахунків 30 % [11]. Рішення про схожість/відмінність ІПК ухвалюється за наслідками порівняння об'ємів всіх перетинів ІПК<sub>к</sub>.

Для абсолютної ідентифікації користувача потрібна істотно більша статистика про ІПК<sub>к</sub> конкретного користувача. Далі визначається мінімальне значення об'єму перетину поточного і еталонного ІПК<sub>к</sub> і ухвалюється рішення про їх ідентичність.

## Висновки

Розробки ідентифікації користувача на основі його інформаційного почерку можуть застосовуватися для підвищення надійності систем розмежування доступу, для посилення контролю над користувачами (явного або негласного) в системах, що працюють з критичними даними. На сьогоднішній день рішення питання підвищення ефективності ідентифікації користувачів ЕОМ бачиться через створення комплексних систем, що використовують для прийняття рішень декілька біометричних характеристик користувача: особливості клавіатурного почерку, динаміки при роботі з мишею, тремора (користувачу пропонується обвести за допомогою графічного планшета складну фігуру).

Виконані дослідження дозволили зробити висновки про недостатній рівень розглядання можливостей у використанні саме інформаційного почерку при встановленні особи користувача ЕОМ. Всі представлені існуючі системи взагалі пропонують дуже невелику кількість параметрів для визначення ІПК, що автоматично призводить до досить низької надійності систем, побудованих на ідентифікації за даними динамічними ознаками людини. Автомати-

зованих систем ідентифікації з використанням спостереження за динамікою роботи користувача з манипулятором «миша» майже не пропонується, а комплексних систем, які б використовували декілька складових ІПК разом на сьогоднішній день взагалі не існує. Але ідентифікація на базі ІПК, на наш погляд, має певне коло застосувань, тим більше, що це єдині біометричні ознаки, які можливо спостерігати досить тривалий час (під час всієї роботи користувача на ЕОМ), що дозволить значно розширити коло задач, які вирішуються.

Наприклад, ідентифікація не тільки під час входу в систему, але й протягом всієї роботи на ЕОМ; відстеження психофізичного стану, його зміни під час роботи за ПК. Ця функція буде дуже важливою в сферах діяльності, де стан користувача і можливі помилки в роботі можуть мати катастрофічні наслідки. Тобто, цей напрямок в системі захисту інформації та обмеженні доступу до інформаційних систем та мереж, на наш погляд, дуже прогресивний і актуальний і потребує більш досконалого вивчення та розробки нових можливостей.

## Список літератури

1. Иванов А.И. Биометрические и нейросетевые механизмы связи с криптографическими механизмами информационной безопасности / А.И. Иванов // Сб. тр. научно-техн. конф. «Безопасность информационных технологий». – Пенза, ПНИЭИ, 2003. – Т. 4. – С. 3 – 6.
2. Бушуев С.И. Аутентификация пользователей в автоматизированных системах на основе информационного почерка / С.И. Бушуев, В.С. Авраменко // Проблемы современной геополитики / Сборник трудов 1-й Межд. науч.-практ. конф. «Проблемы современной геополитики. Продление НАТО на Восток — проблемы безопасности России и стран СНГ». – СПб.: Балтийский гос. техн. ун-т «ВОЕНМЕХ». – 1999 г. – С. 53 – 59.
3. Епифанцев Б.Н. Идентификация человека по динамике написания слов в компьютерных системах / Б.Н. Епифанцев, П.С. Ложников // Мат. 10 межд. научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные методы и технологии». – Томск, Томский политехн. ун-т, 2004. – С. 163 – 164.
4. Гузик В.Ф. Биометрическая нейросетевая система идентификации пользователя по особенностям клавиатурного почерка / В.Ф. Гузик, Г.А. Галуев, М.Н. Десятерик // Нейрокомпьютеры. Разработка, применение. – 2001. – № 7–8. – С. 104 – 118.
5. Шарипов Р.Р. Идентификация и аутентификация пользователей по клавиатурному почерку / Р.Р. Шарипов // Электронное приборостроение. Научно-практ. сб. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2005. – Вып. 3 (44). – С. 50 – 54.
6. Власов А.Н. Способ представления координатной составляющей информационного почерка пользователя // Материалы международной науч. конф. по мягким вычислениям / А.Н. Власов. – СПб: Изд-во Политехнического университета, 2003. – Т. 1. – С. 116 – 119.
7. Диденко С.М. Методика отображения информационного почерка пользователя / С.М. Диденко, В.А. Шапцев // Вестник кибернетики. – Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2005. – С.74 – 79.
8. Диденко С.М. Исследование динамики работы пользователя с манипулятором мышь / С.М. Диденко,

В.А. Шапцев // Математическое и информационное моделирование. – Тюмень: Тюм. ун-т, 2004. – С. 295 – 304.

9. Диденко С.М. Разработка и исследование компьютерной модели динамики системы «пользователь – мышь». Автор. дис. ... к.т.н. – Тюмень: Тюменский гос. ун-т. – 2007. – 19 с.

10. Судаков Ю.Н. Биометрическая аутентификация: обзор динамических методов [Текст] / Ю.Н. Судаков. – М.: МФТИ, 2007. – 20 с.

11. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний / Н.Г. Загоруйко. – Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1999. – 270 с.

Надійшла до редколегії 12.04.2013

Рецензент: д-р ф.-м. наук, проф. М.Г. Любарський, Національний університет «Юридична академія України ім. Ярослава Мудрого», Харків.

## ДИНАМИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

Н.А. Кошечая, Н.И. Мазниченко

*Рассмотрены основные принципы построения, области применения, особенности использования автоматизированных систем идентификации пользователей компьютерных систем и сетей на основе информативного почерка. Исследованы некоторые подходы к идентификации пользователя ЭВМ при помощи двух составляющих информативного почерка: клавиатурный почерк и динамика работы с манипулятором «мышь», рассмотренных в комплексе. Проанализированы возможные сферы использования, предложены перспективные области применения.*

**Ключевые слова:** информативный почерк, идентификация пользователей ЭВМ.

## COMPUTER USER IDENTIFICATION ON THE BASIS OF INFORMATIVE HANDWRITING

N.A. Koshevaya, N.I. Maznichenko

*There are the considered basic principles of construction in the article, application, feature of the use of the automated systems of authentication of users of the computer systems and networks domains on the basis of informative handwriting. Some approaches to Computer user identification through two constituents of informative handwriting are explored: keyboard handwriting and dynamics of work with the manipulator «mouse», considered in a complex. The possible spheres of the use are analysed, perspective application domains are offered.*

**Keywords:** information handwriting, computer user identification.