

відкриті системи дистанційного навчання мають величезну веб-спільноту, в якій доволі швидко можна отримати вирішення проблем, які виникають під час роботи з системою дистанційного навчання. У статті не виділено окремої системи, як кращої, оскільки кожна з них має переваги у використанні певних модулів.

1. Антонов В.М. *Сучасні комп'ютерні мережі*. – К.: МК-Прес, 2005. 2. Michael W.Allen *Michael Allen's Guide to E-Learning* – 2002. 3. Michael G. Moore, Greg Kearsley *Distance Education: A Systems View*. – 2004. 4. Michael G. Moore *Handbook of Distance Education*. – 2004. 4. *DoceboLMS 4.x MANUAL* доступне за посиланням [http://www.docebo.org/doceboCms/index.php?mn=docs&op=docs&pi=5\\_4&folder=7](http://www.docebo.org/doceboCms/index.php?mn=docs&op=docs&pi=5_4&folder=7) 5. *About Moodle* доступне за посиланням [http://docs.moodle.org/en/About\\_Moodle](http://docs.moodle.org/en/About_Moodle) 6. *User Documentation for ILIAS 4.0* доступне за посиланням [http://www.ilias.de/docu/goto\\_docu\\_cat\\_1615.html](http://www.ilias.de/docu/goto_docu_cat_1615.html).

УДК 004.93.1

В. М. Заяць\*, М.М. Заяць

\*Львівський державний інститут новітніх технологій та управління імені В. Чорновола, кафедра інформаційно-комп'ютерних технологій та систем; Національний університет „Львівська політехніка”, кафедра інформаційних систем і мереж

## ФУНКЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ КОМП'ЮТЕРА НА ОСНОВІ ДИСКРЕТНИХ МОДЕЛЕЙ

© Заяць В.М., Заяць М.М., 2011

Описано систему розпізнавання користувачів комп'ютера за допомогою дискретної моделі, що зв'язує часові затримки під час введення інформації з клавіатури комп'ютера у дискретні відліки часу. Це істотно підвищило ефективність розпізнавання та дало змогу автоматизувати процедуру ідентифікації користувачів комп'ютера. Відзначено функційні можливості та основні напрями розвитку та застосування систем розпізнавання та ідентифікації користувачів комп'ютера, створених на основі дискретних моделей.

**Ключові слова:** дискретна модель, статистика, ймовірність, розпізнавання, ідентифікація.

In the article the description the system of computer users recognition is offered by means discrete model, that relations the sentinel delays at entered information from a keyboard in the to discrete moment of time. It allowed to increase efficiency of recognition almost in 1,5 time and automates procedure of authentication of users. The main directions of development and application of the systems of recognition and identification created on the basis of discrete models are marked.

**Key words:** discrete model, statistics, probability, recognition, identification.

### Постановка проблеми

Під час створення реальних пристроїв, дослідження фізичних явищ чи процесів, побудови інформаційно-комп'ютерних систем розпізнавання та ідентифікації, що мають бажані характеристики інформаційного сигналу, доцільно виконати їх аналіз та комп'ютерне моделювання,

створивши математичну модель об'єкта, що розробляється. Такий підхід вимагає значно менших часових і технічних засобів порівняно з фізичним експериментом, особливо на попередній стадії розробки, коли ще немає пристрою чи системи.

Останнім часом у нелінійній динаміці широко застосовують дискретні моделі систем [1–6], для яких дискретність закладена в природі самого об'єкта досліджень, а не є наслідком дискретизації неперервної системи. Доцільність використання дискретних за природою моделей пояснюється такими їхніми особливостями:

- простотою математичного опису порівняно з неперервними моделями;
- наявністю істотно ширшого спектра динамічних режимів, порівняно з відомими моделями;
- нескінченною вимірністю, що дає змогу моделювати кожен нову гармоніку, вводячи її у вектор змінних стану, тоді як для неперервних систем, щоб розв'язати цю задачу, необхідно підвищувати розмірність системи;
- відсутністю необхідності визначення оптимального кроку дискретизації, оцінки локальної і глобальної похибки числових методів, дослідження областей стійкості та синхронізації;
- адаптованістю до постановки комп'ютерного експерименту;
- універсальністю у прикладних застосуваннях.

Власне моделі, дискретні за природою, застосовні як до побудови пристроїв, що мають бажані режими, так і до розпізнавання таких режимів у системах зі складною динамікою і поведінкою [7–13], що дає змогу суттєво підвищити ефективність їхньої роботи та достовірність ідентифікації.

### Цілі статті

Метою цієї статті є опис функційних можливостей автоматизованої комп'ютерної системи розпізнавання та достовірної ідентифікації користувача комп'ютера, алгоритм побудови якої наведено у статті [7], з метою підвищення точності розпізнавання та забезпечення автоматизації процесу ідентифікації користувачів. У роботі також визначено перспективні напрями розвитку та доцільного застосування системи розпізнавання користувачів комп'ютера на основі визначення їхніх рукомоторних характеристик.

### Виклад основного матеріалу

**Аналіз основних результатів.** Розробляючи системи розпізнавання об'єктів та їхньої достовірної ідентифікації, доцільно застосовувати системний підхід, суть якого полягає у виборі первинних ознак об'єкта розпізнавання, встановленні їх пріоритету, формуванні робочого словника ознак та виборі або розробленні та реалізації надійних критеріїв розпізнавання та достовірної ідентифікації досліджуваних об'єктів та процесів.

Перші дослідження у галузі розпізнавання в нашій країні виконав А.А. Харкевич [10] – один з основоположників та фундаторів теорії інформації та сигналів. Значний внесок у розвиток теорії розпізнавання зробили В.М. Глушков, В.С. Міхалевич, О.Г. Івахненко, Ю.І. Журавльов, Я.З. Ципкін, В.І. Васильєв. Серед іноземних вчених слід згадати роботу Ф. Розенблатта, який у 1957 р. запропонував машину, яка навчалася розпізнавати образи і називалася перцептроном (з англ. “to percert” – сприймати). Це була найпростіша модель діяльності людського мозку. Значний внесок у подальший розвиток теорії розпізнавання образів зробили У. Гарднер, Р. Дуда, Г. Себастьян, Дж. Ту, К. Фу, П. Харт, С. Ватанабе та інші.

Перші роботи з розпізнавання образів були однорівневими [12] і стосувалися теорії і практики побудови читальних автоматів (під образом розуміли знак, зображення, букву або цифру). Математичним апаратом для розв'язання задач розпізнавання з моменту їх виникнення була теорія статистичних розв'язків [11].

Сьогодні результати теорії статистичних розв'язків стали основою для побудови алгоритмів розпізнавання, які забезпечували зарахування об'єкта до його класу на підставі експериментальних апостеріорних даних – ознак, що характеризують об'єкт та апріорних даних, що описують класи об'єктів. Пізніше математичний апарат розширився за рахунок використання методів алгебри

логіки і деяких розділів прикладної математики, теорії інформації, математичного програмування і системотехніки [8–13].

Незважаючи на те, що методи і алгоритми розпізнавання все більшою мірою стають невід'ємною складовою таких прикладних галузей природознавства, як медична і технічна діагностика, ідентифікація складних коливних процесів, екологічний моніторинг та соціальна інформатика, метеорологічне прогнозування і геологічна розвідка, локаційні засоби спостереження та системи введення і виведення текстової, графічної та мовної інформації в комп'ютер [9], інтелектуальні системи прийняття рішень в літературі – як у вітчизняній, так і в іноземній – системний підхід до задач розпізнавання поки що відсутній.

Проблема розпізнавання значною мірою ототожнюється з побудовою оптимальних алгоритмів розпізнавання та дослідженням умов, які дають змогу реалізувати такий алгоритм. Дослідження орієнтуються на розв'язання хоча й важливих, але часткових задач. До таких задач передовсім треба зарахувати задачі достовірного розпізнавання, суть яких зводиться до поділу простору ознак, мовою яких описуються об'єкти чи процеси розпізнавання, на області, що відповідають класам цих об'єктів, тобто до вибору найкращих границь (правил) розділення класів. Але розв'язати ці задачі можна тоді, коли апіорі відомі класи об'єктів і ознаки, мовою яких описуються розпізнавані об'єкти та їх класи. Однак розробник системи розпізнавання, як правило, не володіє цією інформацією. Навіть в найпростіших випадках розпізнавання букв алфавіту, відбитків пальців, слів мови, екстремумів та особливих точок функцій (де не виникає питання про класи), їхні інформативні ознаки та апаратура для їх визначення не є заданими – це є предметом нетрадиційних досліджень.

Можна стверджувати, що достовірне розпізнавання ситуацій не є достатньою умовою потенційно можливої ефективності системи управління. Але це необхідна умова. Важко уявити, що лікар, який поставив неправильний діагноз, знайде правильний метод лікування чи невиявлення нестійких коливних режимів забезпечить надійну роботу технічного пристрою.

У розробленні будь-яких систем розпізнавання необхідний системний підхід, суть якого полягає в тому, щоб в умовах неминучих фінансових і технічних обмежень система розпізнавання забезпечила системі управління реалізацію потенційно можливої ефективності. Вибору чи створенню критеріїв розпізнавання повинна передувати процедура визначення первинних ознак про процес розпізнавання, встановлення пріоритету цих ознак та їх впливу на інтегральні характеристики досліджуваного процесу чи об'єкта, а далі формування робочого словника ознак, які безпосередньо можна встановити. З математичного погляду побудова такої системи має забезпечити мінімальну похибку розпізнавання та достовірну ідентифікацію об'єкта розпізнавання за певними ознаками та критеріями прийняття рішення.

**Метод ідентифікації користувача комп'ютера виділенням дискретних інформативних ознак.** Суть побудови методу полягає у тому, щоб забезпечити процедуру розпізнавання конкретного користувача під час його роботи за клавіатурою комп'ютера. Деякі часткові результати щодо створення такої системи подано в роботах [7, 8].

Очевидно, для організації процесу розпізнавання у пам'ять комп'ютера необхідно ввести текст (зразок) кожного із об'єктів розпізнавання. Якщо відсутній зразок, об'єкт не розпізнається або пропонується створити новий клас об'єктів, задавши зразки почерку (це можна використати для забезпечення санкціонованого доступу до ресурсів комп'ютера). Паралельно під час створення зразка за рукомоторними ознаками об'єкта формується інформаційна модель за допомогою визначення функцій розподілу часових затримок при введенні інформації в комп'ютер. Як первинні ознаки про об'єкт використано різні часові затримки при роботі об'єкта з клавіатурою комп'ютера. Встановити пріоритет кожної із первинних ознак можна експериментально, що запропоновано в роботі [8]. При ідентифікації об'єкта знову реалізуємо процедуру вибору або розроблення критеріїв прийняття рішення і на основі цих критеріїв [7] і приймаємо рішення про зарахування об'єкта до певного класу. У випадку неоднозначного рішення можна застосувати функції відстані (детермінований підхід) й однозначно вибрати клас (з найменшим середньоквадратичним

відхиленням ознак). Зазначимо, що різні інформаційні ознаки можуть мати різний пріоритет, який також можна встановити експериментально. Щоб підвищити ефективність системи, доцільно відсікати недетерміновані хаотичні рухи руки особи за допомогою попередньої фільтрації інформації, яку вводить користувач у режимі реального часу, створюючи тим самим неперервні послідовності (набори) символів.

У роботах [7–9] сформульовано і проаналізовано значну кількість характеристик, які містять первинну інформацію про користувача комп'ютера. Наведемо лише найінформативніші з них та доступні для швидкого формування. Отже, для побудови системи розпізнавання особи за її рукомоторними реакціями було вибрано такі характеристики:

1) відносна девіація паузи перед клавішею – розподіл відносних відхилень паузи перед клавішею до середнього значення паузи перед всіма клавішами у заданій неперервній послідовності набору

$$DevB = \frac{t_i - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100\% , \quad (1)$$

де  $t_i$  – тривалість паузи перед  $i$ -м клавішем,  $t_{cp}$  – середня тривалість паузи перед вибраними клавішами в заданій послідовності набраного тексту;

2) відносна девіація утримання клавіша – розподіл відносних відхилень тривалості утримання натиснутого клавіша до середньої тривалості утримання клавіша у заданій неперервній послідовності

$$DevP = \frac{t_i - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100\% . \quad (2)$$

Розподіл відносних відхилень клавіша “Г”, коли він натиснутий, зображено на рис. 1. На осі абсцис відкладено відносні відхилення у відсотках, а на осі ординат – відносні частоти потраплянь у відповідний інтервал відхилень.



Рис. 1. Розподіл відносних відхилень клавіша натиснутим

3) відносна девіація паузи після клавіша – аналогічна попередній характеристиці:

$$DevA = \frac{t_i - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100\% ; \quad (3)$$

- 4) відношення величини паузи перед клавішем до тривалості утримання клавіша;
- 5) відношення величини паузи перед клавішем до величини паузи після клавіша;
- 6) відношення величини паузи після клавіша до тривалості утримання клавіша;
- 7) розподіл частот використання клавіш зміни регістра.

У роботі [9] розглянуто 18 характеристик, але найінформативніші наведено вище.

Характеристики 1–6 формуються для кожного клавіша, що був задіяний у наборі. Щоби спростити балансування важливості характеристик, під час побудови системи прийнято рішення об'єднати перші шість характеристик у групи, оскільки це значно зменшує їхню кількість (а в межах групи можна розглядати їх як еквівалентні). На спосіб групування характеристик безпосередньо впливає вибраний метод їх зіставлення.

У першому варіанті побудови системи розпізнавання для реалізації процедури ідентифікації використано функції відстані. Оскільки вага характеристик кожної групи могла бути різною, то відстані обчислювались окремо для кожної з груп характеристик. Відстань між класами  $\Omega$  і  $Z$  в межах кожної групи характеристик знайдено за формулою середнього квадратичного відхилення:

$$Dist(I) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (m_i^{\Omega} - m_i^Z)^2}, \quad (4)$$

де  $m_i$  – середнє значення вибірки  $i$ -ї характеристики заданої групи класу  $\Omega$ ;  $Dist(I)$  – відстань між класами за групою характеристик  $\lambda$ .

Відстані вимірюються між середніми значеннями, оскільки середнє можна оцінити вже після порівняно невеликої кількості дослідів (10–20), що є важливим для зменшення обсягу тексту, який набирають об'єктами розпізнавання.

Групи характеристик 1-6 не еквівалентні за якістю рішень, що приймаються на їх основі. Перед об'єднанням результатів для прийняття рішення з розпізнавання необхідно збалансувати ваги груп між собою. Баланс характеристик здійснений обернено пропорційно до ймовірностей допустити помилку другого роду (коли два об'єкти різних класів розпізнаються як такі, що належать до одного класу) за кожною з груп характеристик зокрема:  $1/p_1: 1/p_2: 1/p_3: 1/p_4: 1/p_5: 1/p_6: 1/p_7$ . Експериментально отримано відношення ваг груп 1-7 як 4:12:8:6:5:2:6 відповідно. Недоліком системи на основі функцій відстані є те, що вона принципово не може визначити ймовірність правильності або неправильності рішення з розпізнавання. Кожний сторонній користувач буде схожий на того чи іншого зареєстрованого користувача системи.

Розроблений другий варіант побудови системи розпізнавання ґрунтується на використанні методу довірчих інтервалів. Для перевірки гіпотези про приналежність пари об'єктів до одного класу перевіряються гіпотези про рівність середніх значень розподілів [7] всіх характеристик кожної групи. Для цього обчислюються значення середнього  $a$  та вибіркового стандарту  $s$  за формулами:

$$a = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (5)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - a)^2} \quad (6)$$

Для розрахунку довірчих інтервалів враховується закон розподілу середнього значення:

$$f(x_{cp}) = \frac{\sqrt{n}}{s \cdot \sqrt{2p}} \cdot \mathbf{1}^{-\frac{n}{2s^2}(x_{cp} - x_0)} \quad (7)$$

Для вибірок малого об'єму оцінка середнього значення уточнюється за допомогою розподілу Стьюдента [14], за яким розподілена величина  $u = \frac{a - m}{s_{cp}}$ . Його густина розподілу задається формулою:

$$S(u, n) = \frac{\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)} \cdot \left(1 + \frac{u^2}{n}\right)^{-\frac{n+1}{2}} \quad (8)$$

Нехай під час порівняння пари відповідних розподілів ми допускаємо помилку першого роду  $P_a$ , а всього порівнюємо  $N$  таких пар. Отже, логічно припустити, що інтегральна характеристика групи класу і об'єкту збігається з ймовірністю  $\geq 1 - P_a$ , якщо кількість непідтверджених гіпотез  $N_a$  не перевищує числа  $P_a \cdot N$ , у іншому випадку вважаємо, що об'єкт не належить класу. Такого типу (так/ні) результат ми отримуємо для кожної з шести груп характеристик. Як і у випадку системи на основі функції відстані, ці групи нееквівалентні за якістю рішень, що приймаються на їхній основі. Кожна з них має свою ймовірність помилки другого роду.

На основі практичних експериментів з розпізнавання з кожною групою характеристик досліджувалися помилки другого роду. Окремі гіпотези система перевіряла з рівнем значущості  $\alpha = 0.05$ . Так одержано ймовірності помилок другого роду 35 %, 13 %, 20 %, 27 %, 32 %, 78 %. Отримані ймовірності помилок для порівняно невеликої кількості експериментів із ідентифікації (105 експериментів). Для великої групи людей ймовірності помилок можуть дещо відрізнятись від наведених.

Під час тестування розробленої системи на досліджуваних об'єктах було допущено лише чотири помилки на 108 розпізнавань (запропоновано два схожі на об'єкт класи, один серед яких був правильний).

**Функційні можливості системи розпізнавання користувача комп'ютера за його рукомоторними реакціями.** У розробленій комп'ютерній системі передбачено роботу в двох режимах: користувача та адміністратора. Робота з системою починається з входження в головне меню. У ньому можна вибрати режим адміністратора, користувача або завершити роботу.

У режимі користувача відкривається нове діалогове вікно. Користувачу пропонується виконати набір декількох речень завдання. Якщо користувач зареєстрований у системі, то після набору 5-8 речень завдання система розпізнає його і виведе на екран відповідне повідомлення з прізвищем та ім'ям користувача. Інакше йому доведеться набрати 15-20 речень, після чого система (без повідомлень) автоматично зареєструє користувача як стороннього і повідомить йому, що він не має права входу в систему і мусить звернутися до адміністратора для реєстрації. Для зручності система дозволяє за бажанням користувача введення довільного тексту або тексту іноземною мовою. Користувач також може увімкнути режим прихованого тексту (недоступного для стороннього спостерігача) для захисту вхідної інформації від стороннього спостерігача. У режимі адміністратора адміністратор входить в систему за допомогою звичайного паролю. Цей режим передбачає контроль за роботою користувачів (ведення, редагування та коригування журналу роботи, встановлення пріоритету користувачів, підтримка системи у робочому стані).

The screenshot shows a window titled 'Адміністратор' (Administrator) with a menu bar containing 'Журнал роботи' (selected), 'Список користувачів' (List of users), 'Перегляд характеристик' (View characteristics), and 'Додаткові параметри x-ки' (Additional x-parameters). The main area displays a table titled 'Журнал роботи користувачів' (User activity log) with the following data:

Номер	Дата	Час	Подія	Прізвище	Ім'я
5204	29.11.99	13:47:45	A: почистив журнал	АДМІНІСТРАТОР	
5205	29.11.99	13:47:48	A: кінець роботи	АДМІНІСТРАТОР	
5206	29.11.99	13:47:51	K: спроба ввійти		
5207	29.11.99	13:47:55	K: успішний вхід	Рудешко	Олена
5208	29.11.99	13:47:57	K: спроба ввійти		
5209	29.11.99	13:48:02	K: успішний вхід	Гудак	Іван
5210	29.11.99	13:48:08	K: спроба ввійти		
5211	29.11.99	13:48:14	K: успішний вхід	Чульський	Олександр
5212	29.11.99	13:48:17	A: спроба ввійти		
5213	29.11.99	13:48:18	A: успішний вхід	АДМІНІСТРАТОР	

At the bottom of the window, there are three buttons: 'Очистити журнал' (Clear log), 'Допомога' (Help), and 'Вихід' (Exit).

Рис. 2. Журнал роботи адміністратора

Система веде журнал (рис. 2) із записами дати і часу запуску системи, входу і виходу користувачів, також протоколює важливі дії адміністратора (вхід, реєстрація, редагування, видалення користувачів). За бажанням адміністратор може очистити журнал.

На сторінці «Список користувачів» адміністратор може реєструвати та редагувати (виправляти, змінювати, видаляти, добавляти) користувачів. Сторінка "Перегляд характеристик" (рис. 3) створена для першого знайомства, візуального контролю і аналізу та вивчення основних рукомоторних характеристик під час введення літер.

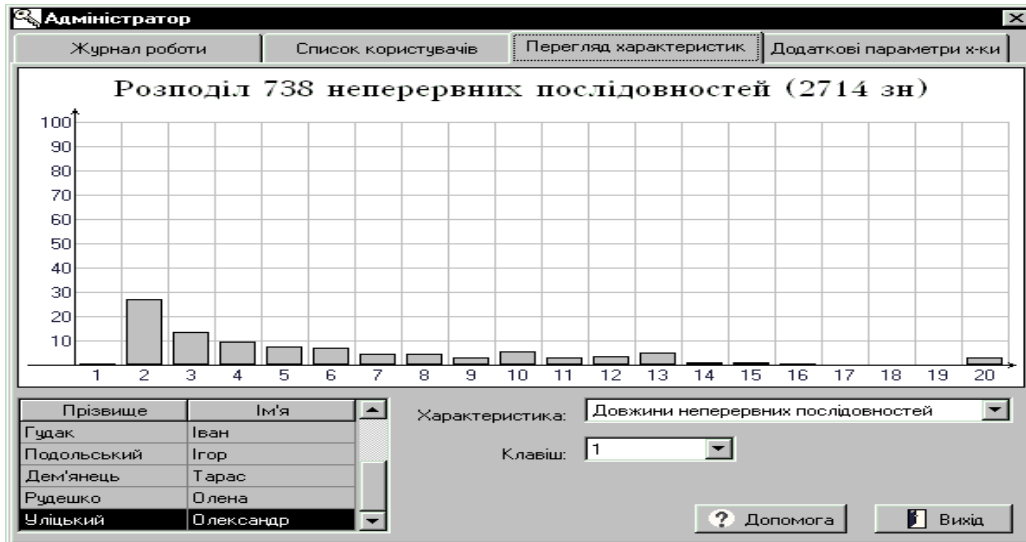


Рис. 3. Основні рукомоторні характеристики під час введення літер користувачем

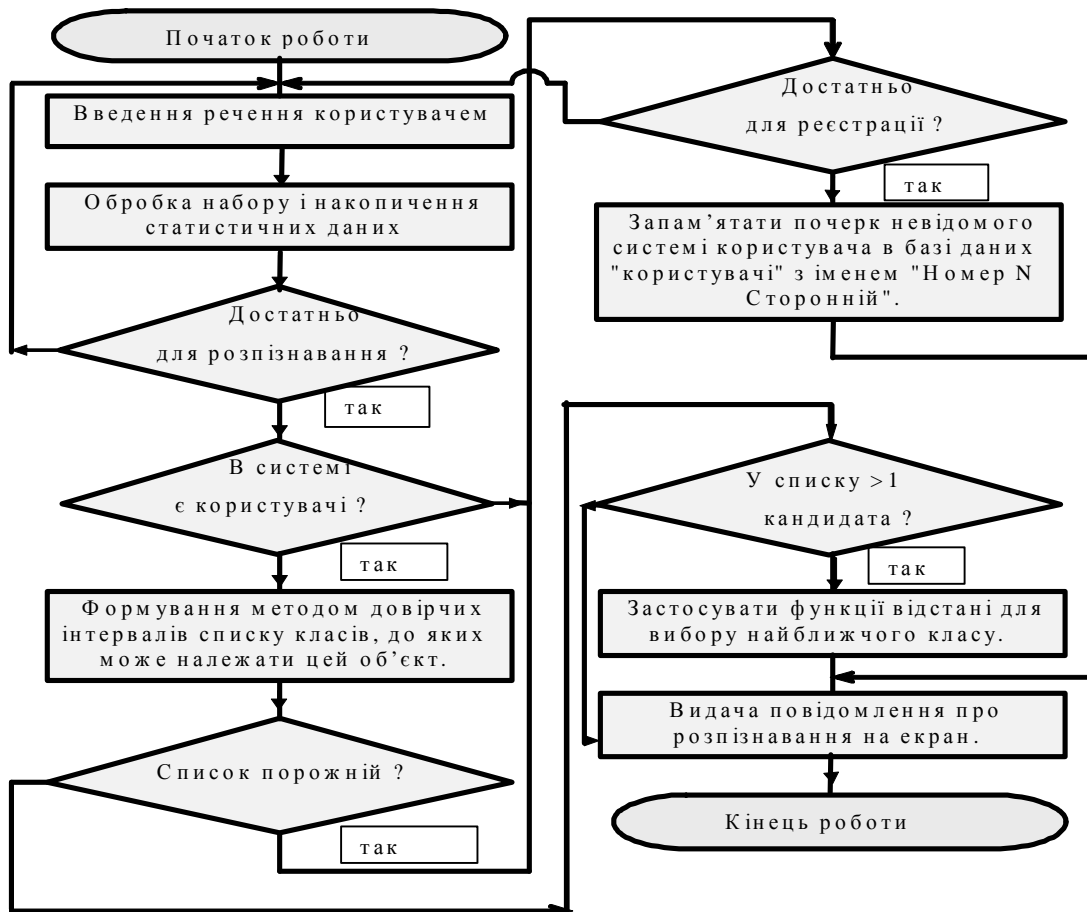


Рис. 4. Алгоритм роботи автоматизованої системи розпізнавання користувача комп'ютера

На ній можемо вибрати користувача, тип характеристики клавіша і переглянути одну з гістограм. На сторінці «Додаткові параметри» можна отримати числові значення математичного сподівання, дисперсії, середнього квадратичного та моди для кожної неперервної послідовності літер, що вводяться у комп'ютер у реальному режимі часу .

Експериментальну версію системи написано мовою програмування Delphi 7.0. Алгоритм роботи системи розпізнавання наведено на рис. 4.

Наближена оцінка помилки прийняти об'єкт одного класу за об'єкт іншого не перевищує 25 % за наявності 112 зареєстрованих у системі класів.

Система розпізнає зареєстрованого користувача після того, як він набере 5–8 речень по 60 знаків кожне, тобто після введення 300–500 знаків. За достатньої кваліфікації користувача (швидкість набору тексту 200 знаків за хвилину) система розпізнає користувача, який набирає замість завдання довільний текст. Експериментальні дослідження показали, що система уможливує розпізнавання особи у разі набору тексту англійською мовою. Це характерно для висококваліфікованого користувача (швидкість набору тексту понад 300 символів за хвилину), коли ймовірність хаотичних рухів руки від усталеного часового режиму є малою ймовірною.

Ця система розпізнавання й ідентифікації особи, що працює за клавіатурою комп'ютера в реальному режимі часу, може бути застосована до побудови системи захисту комп'ютера від стороннього доступу. Для цього пропонується на системному рівні, якщо упродовж визначеного проміжку часу (3–5 хвилин) клавіші клавіатури комп'ютера не натискували, автоматично під'єднати автоматизовану комп'ютерну систему розпізнавання й ідентифікації користувача (АКСРІ) за його рукомоторними реакціями. У разі неуспішного розпізнавання відбувається автоматичне відмикання комп'ютера. З урахуванням того, що похибка АКСРІ не перевищує 5 %, надійність захисту комп'ютера від стороннього проникнення гарантована. Зазначимо, що використання вказаної АКСРІ не впливає на роботу зареєстрованих користувачів, оскільки не вимагає ніяких інших дій від нього, окрім натиснення клавіш клавіатури комп'ютера.

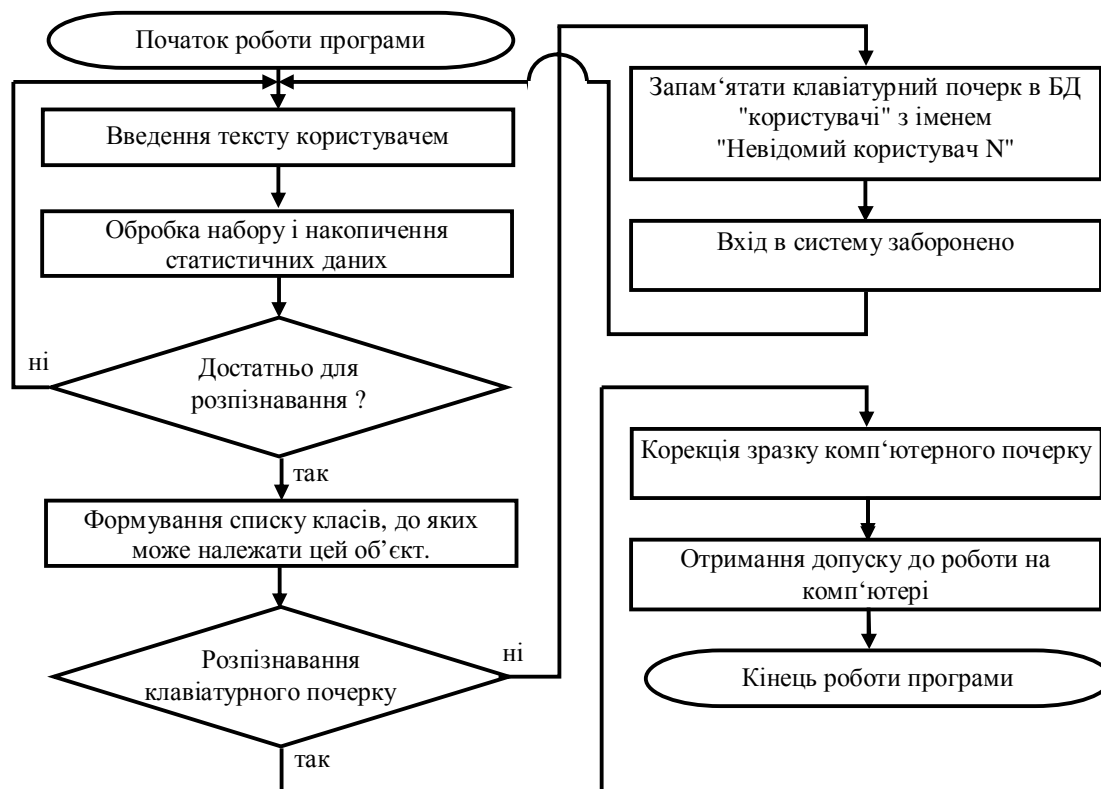


Рис. 5. Алгоритм роботи автоматизованої системи захисту комп'ютера від несанкціонованого доступу



Сутність роботи АКСПІ ґрунтується на вимірюванні часових затримок (пауз до і після натиснення клавіша, часу його утримання, частоти зміни реєстрів, віднесених до середніх значень вказаних параметрів) під час введення символів з клавіатури комп'ютера. Для кожного з символів формується неперервна послідовність часових затримок, яка апроксимується нормальним законом розподілу імовірності. Після визначення усереднених значень математичного очікування і дисперсії за всіма затримками відбувається зіставлення з відповідними зразками "почерку", які зареєстровані в комп'ютері. Якщо відносна величина відхилення відзначених характеристик для всіх користувачів перевищує 10 %, то автоматично вимикається комп'ютер. В іншому разі відбувається ідентифікація користувача й автоматичне оновлення еталона його почерку, якщо відхилення отриманих характеристик від зареєстрованих не перевищує 1 %.

За такого підходу, окрім захисту комп'ютера від несанкціонованого доступу до нього, реалізується також механізм адаптації АКСПІ до змін почерку користувача комп'ютера за допомогою періодичного перезапису зміненого зразку почерку користувача.

Експериментальну версію системи захисту комп'ютера написано мовою програмування Delphi 7.0. Алгоритм роботи системи захисту комп'ютера від несанкціонованого доступу наведено на рис. 5.

Оскільки, як впливає з поставлених комп'ютерних експериментів (на прикладі двохсот користувачів), за середньої швидкості введення тексту (150 – 200 символів на хвилину) час на розпізнавання та ідентифікацію не перевищує 1,5 – 3 хвилини, то за наявності такої системи захисту комп'ютера зайві незручності для його користувачів не передбачаються.

**Перспективи розвитку та застосування дискретних моделей коливних систем до аналізу динаміки складних об'єктів.** Результати аналізу комп'ютерної системи ідентифікації користувача комп'ютера підтверджують, що доцільно використовувати дискретні моделі до розв'язання широкого класу прикладних проблем, пов'язаних з розпізнаванням складних динамічних режимів у об'єктах коливної природи.

Розроблено метод формування первинних ознак під час побудови комп'ютерної системи розпізнавання користувачів комп'ютера та запропоновано алгоритми та модифіковані схемні реалізації такої системи на основі використання дискретних моделей, що зв'язують тривалості пауз до і після натискання клавіш комп'ютера з часом утримання клавіша при введенні інформації з клавіатури комп'ютера, з успіхом можна використовувати для захисту комп'ютера від несанкціонованого доступу.

Порівняно з відомими системами захисту інформації [16, 17, 18] підвищена надійність її роботи за рахунок достовірного розпізнавання (похибка не перевищує 5 %) та ідентифікації користувача комп'ютерної техніки.

У цій системі захисту інформації передбачено механізм її адаптації до змін почерку зареєстрованих користувачів системи через систематичне оновлення зразків їх почерку за умови зменшення часових затрат на створення зразка.

Запропонована система захисту інформації від несанкціонованого доступу має ще ту перевагу, що не створює додаткових незручностей під час роботи за комп'ютером, оскільки не потребує додаткових часових витрат на проведення ідентифікації.

Неістотно модифікувавши систему, її ефективно застосовують і до розв'язання задач медичної діагностики та при створенні біометричних вимірювальних систем.

Відомо, що клавіатурний почерк людини змінюється у разі зміни її психофізичного стану [15], оскільки він залежить від особливостей підсвідомих рухів при будь-якій діяльності.

Для того, щоб не допустити до роботи працівників з незадовільним психофізичним станом, а також щоб отримати інформацію про зміну його стану протягом всієї робочої зміни, необхідно вимірювати його стан упродовж всієї робочої зміни. Також необхідно визначати початковий психофізичний стан.

Враховуючи характер роботи оператора, для реалізації поставленої задачі можна скористатися методом, що обробляє дані клавіатурного почерку. Це допоможе визначити психофізичний

стан людини з необхідною періодичністю і з можливістю постійного запису результатів визначення цього стану у журнал.

Використання клавіатурного почерку з цією метою для деяких професій має такі переваги:

- для оператора клавіатура є найприроднішим способом вводу інформації;
- для отримання інформації про зміну клавіатурного почерку оператора не потрібно ніякого додаткового обладнання;
- вимірювання клавіатурного почерку не залежить від зміни електромагнітного поля на робочому місці, поява шкідливих домішок у повітрі та інших зовнішніх факторів.

У разі використання вибраного методу точками відліку вимірювання стану оператора є інтервали натискання на клавіші й часу затримки між ними. Для вимірювання вибирають послідовності, що найчастіше відзначаються протягом робочої зміни. Максимальна роботоздатність прирівнюється до найкращого стану здоров'я оператора, цей стан вважається еталоном і оцінюється як стопроцентна роботоздатність. Мінімальна роботоздатність оцінюється в нуль процентів. На основі отриманої інформації визначають психофізичний стан оператора і відповідно адміністрація приймає рішення.

Видається доцільним застосування описаного підходу до побудови системи розпізнавання рукописних літер, алгоритм та архітектура якої на основі структурного підходу описані в роботах [19 – 22]. Очевидно, тут слід виходити не зі структури написання літери, а будувати систему розпізнавання на підставі напрямку руху руки (рух зверху вниз і в зворотному напрямку, рух зліва направо і в зворотному напрямку) та з часу написання літери. Оцінивши математичне сподівання часу написання кожної літери, яке характерне для кожного користувача, можна реалізувати процедуру розпізнавання. З математичного погляду, з урахуванням напрямку руху руки, це буде дискретна система 12 порядку.

Цей інтервально-часовий підхід до формування первинних інформативних ознак про об'єкт чи процес дослідження, орієнтований на використання дискретних моделей, з успіхом можна застосувати до побудови систем захисту інформації, медичної діагностики, біометричних систем, розв'язання транспортних задач, опрацювання потоків даних та створення інтелектуальних баз знань.

### Висновки

У роботі описано метод формування первинних ознак під час побудови комп'ютерної системи розпізнавання користувачів комп'ютера, запропоновано алгоритм та наведено схему реалізації такої системи, відзначено особливості її функціонування та запропоновано способи підвищення точності розпізнавання та забезпечення достовірності ідентифікації користувачів на основі використання дискретних моделей, що, по суті, зв'язують тривалості пауз з часом утримання клавіш під час введення інформації з клавіатури комп'ютера. Відзначено основні напрями розвитку автоматизованих систем розпізнавання об'єктів та процесів, побудованих на основі дискретних моделей, та вказані сфери їхнього доцільного застосування.

1. Шарковский А.Н. Динамика одномерных отображений / А.Н. Шарковский, С.Ф. Коляда, А.Г. Сивак, В.В. Федоренко.– К.: Наук. думка, 1989.– 216 с.
2. Заяць В.М. Построение и анализ модели дискретной колебательной системы / В.М. Заяць // Кибернетика и системный анализ.– 2000. – С. 161–165.
3. Заяць В.М. Модели дискретных колебательных систем / В.М. Заяць // Комп'ютерні технології друкарства. – 1998. – С.37–38.
4. Заяць В.М. Аналіз динаміки та умов стійкості дискретних моделей коливних систем / В.М. Заяць // Вісник Нац. ун-ту „Львівська політехніка” “Інформаційні системи та мережі”. – 2004. – № 519. – С.132–142.
5. Шустер Г. Детерминированный хаос: введение / Г. Шустер // Пер. с англ. – М.: Мир, 1988.– 240 с.
6. Zayats V. Chaos searching algorithm for second order oscillatory system / V.Zayats // Proc. International Conf. “TCSET – 2002”. – Lviv–Slavsk. – 2002. – P. 97–98.
7. Заяць В.М. Алгоритмічне та програмне забезпечення системи розпізнавання людини за її рукомоторними реакціями / В.М. Заяць, О.О. Уліцький // Вісник Держ. ун-ту „Львівська політехніка” “Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології”.– 2000. – № 392. – С.73–76.
8. Заяць В.М. Підхід до опису системи розпізнавання користувача комп'ютера / В.М. Заяць // Комп'ютерні технології друкарства. – 2006. – С. 46–53.
9. Заяць В.М. Математичний опис системи розпізнавання користувача комп'ютера /

В.М. Засць, М.М.Заяць // Зб. "Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології". – Львів. – 2005. – Вип. 1. – С. 146–152. 10. Харкевич А.А. Опознание образов / А.А.Харкевич // Радиотехника. – 1959.– Том 14. – С. 15–19. 11. Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания / К.Фукунага. – М.: Наука, 1979. – 512 с. 12. Горелик А.Л. Методы распознавания. / А.Л.Горелик, В.А.Скрипник. – М.: Высшая школа, 1989. – 232 с. 13. Дуда Р. Распознавание образов и анализ сцен / Р. Дуда, П. Харт – М.: Мир, 1976.– 512 с. 14. Заяць В.М., Шокира О. Визначення пріоритету детермінованих ознак при побудові системи розпізнавання об'єктів. / В.М.Заяць, О.Шокира // Зб. праць науково-практичної конф. ЛДІНТУ імені В. Чорновола "Математичне моделювання складних систем". – 2007. – С.135–137. 15. Чалая Л.Э. Модель идентификации пользователей по клавиатурному почерку / Л.Э. Чалая // Штучний інтелект. – 2004. – № 4. – С. 811–817. 16. Вовк О.Б. Проблеми захисту шрифтів як специфічних об'єктів авторського права / О.Б. Вовк // Вісник Нац. ун-ту „Львівська політехніка” "Інформаційні системи та мережі". – 2008.– № 610. – С. 85–83. 17. Платонов А.В. Використання експертних ситуативних моделей у сфері державної безпеки. / А.В. Платонов, І.В. Баклан, К.В. Крамер // Зб. праць міжнар. наукової конф. ISDMCI' 2008.-Том. – Євпаторія.–2008. – С. 39–43. 18. Томашевський О.М. Методи та алгоритми системи захисту інформації на основі нейромережових технологій: Автореф. дис... к-та техн. наук: 05.13.23. / О.М. Томашевський. – Львів, 2002. – С. 20. 19. Алексеев А. Алгоритм розпізнавання символів на основі структурного підходу / А. Алексеев, Заяць, Д. Іванов // Вісник Нац. ун-ту „Львівська політехніка” „Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології”.– 2002. – № 468. – С.129–133. 20. Заяць В.М. Проект системи розпізнавання рукописного тексту / В.М. Заяць, Д.О. Іванов // Вісник НУ „Львівська політехніка” „Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології”. – Львів. – 2003.– № 481. – С. 78–83. 21. Заяць В.М. Архітектура подієорієнтованих систем на прикладі системи розпізнавання рукописного тексту / В.М. Заяць // Вісник Нац. ун-ту „Львівська політехніка” „Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології”. – Львів. – 2004. – № 530. – С. 78–83. 22. Zayats V. Structural method of hand-written text recognition / V.Zayats, D.Ivanov // Pros. International Conf. "The experience of designing and application of CAD systems in microelectronics". – Lviv-Polyana. – 2005. – P. 493–494.

УДК 004.9

А.В. Катренко, Д.С. Магац

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра інформаційних систем та мереж

## МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛІВ ІТ-ПРОЕКТІВ

© Катренко А.В., Магац Д.С., 2010

Розглянуто проблематику організації та підтримання управління в організаціях, які реалізують свою діяльність у вигляді проектів, а також основні підходи до управління портфелем проектів, моделі та методи його формування.

**Ключові слова:** управління портфелями проектів, формування портфеля проектів, портфель проектів.

**This paper deals with problems of the project portfolio management, main goals of portfolio management, targets and tools. Also this paper describes the main principles of portfolio management and models and methods of forming project portfolio.**

**Key words:** project portfolio management, portfolio creation, projects portfolio.

### Вступ

Зі зростанням масштабів діяльності організацій у різних предметних областях діяльності людини почала виникати необхідність у способах та методах забезпечення ефективного управління