

# **РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОГО КЛАСИФІКАТОРА ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДОПУСКУ ПЕРСОНАЛУ НА ВИРОБНИЦТВІ**

Вінницький національний технічний університет;

## **Анотація**

*Запропоновано метод підвищення ефективності роботи класифікатора типу SVM для розпізнавання образів голосу особи в системі автоматизації допуску персоналу на виробництві. Підвищення якості роботи алгоритму класифікації реалізовано за рахунок визначення поверхневих точок в кластерах мовців запропонованим методом поверхневого натягу на етапі навчання системи розпізнавання.*

**Ключові слова:** системи управління, класифікація даних, метод опорних векторів, кластерний аналіз, класифікація даних, системи автоматизованого допуску.

## **Abstract**

*A method of increasing the efficiency of the SVM-type classifier for the recognition of person's voice patterns in the automation system of personnel admission in production is proposed. Improving the quality of work of the classification algorithm was realized due to the determination of surface points in clusters of speakers by the proposed method of surface tension at the stage of training the recognition system.*

**Key words:** control systems, data classification, support vector method, cluster analysis, data classification, systems of automated scanning.

## **Вступ**

У зв'язку з сучасним станом виробництва в Україні, в умовах міжнародного конфлікту, виникла нагальна потреба в автоматизації процесів контролю доступу персоналу до інформаційних та технічних ресурсів. Це стосується як необхідності обмеження доступу персоналу окремих підрозділів підприємств до інформації, що обробляється в різних частинах системи автоматизації управління та технічного забезпечення (АСУТП), для запобігання крадіжки конфіденційної інформації кіберзлочинцями, так і для контрольованого доступу працівників до певних технологічних ділянок з метою підвищення надійності їхньої роботи [1].

Більшість існуючих методів захисту інформації вважаються недостатньо ефективними через вразливість фізичних ключів, кодів або паролів до злому, втрати або крадіжки. Одним із способів запобігання цьому є використання біометричних даних особи, таких як відбиток пальця, рисунок рогової ока та особисті особливості голосу, як унікальних ідентифікаторів [2]. Таким чином, вирішення задачі розробки ефективних класифікаторів для автоматизованої системи ідентифікації персоналу за їхнім голосом, що проводиться в даній роботі, є на сьогоднішній день досить актуальним.

Мета цієї роботи полягає в підвищенні оперативності роботи автоматизованої системи контролю доступу персоналу на виробництві шляхом розробки ефективного класифікатора голосу особи.

## **Результати дослідження**

Один з найефективніших класифікаторів, який може застосовуватися як для лінійної, так і для нелінійної класифікації, на сьогодні вважається машина опорних векторів (SVM) [3]. Метод SVM зводить процес навчання класифікатора до вирішення оптимізаційної задачі, яка розв'ягується за допомогою евристичних алгоритмів. Недоліком цього методу є складність знаходження опорних точок (кінців векторів зображень), які визначають гіперплощини, між якими будується роздільна площина. Для знаходження опорних точок необхідно вирішувати оптимізаційну задачу у формі лагранжіана.

Потреба у багаторазовому обчисленні скалярного добутку векторів та пошуку оптимального значення функції Лагранжа призводить до обчислювальної складності методу SVM. Тому автори даної роботи мають за мету зменшити обчислювальну складність SVM шляхом знаходження поверхневих точок кластерів за методом поверхневого натягу за аналогією з фізичним законом утворення поверхневого натягу молекул в рідинах.

Словесний опис розробленого алгоритму кластеризації для масиву даних  $MAS[M] = \{\vec{X}_1, \vec{X}_2, \dots, \vec{X}_m, \dots, \vec{X}_M\}$   $N$ -мірного простору ознак має такий вигляд.

Крок 1 - Визначаємо відстані між всіма парами точок за формулою:

$$D(\vec{X}_i, \vec{X}_j) = \sqrt{\sum_{n=1}^N (x_{in} - x_{jn})^2}, \quad i, j = \overline{1..M}, \quad (1)$$

і формуємо з них матрицю відстаней розміром  $[M \times M]$ . При цьому кількість різних пар відстаней дорівнює числу різних сполучень з  $M$  по 2:  $C_M^2 = \frac{M(M-1)}{2}$ .

Крок 2 - Змінюючи індекс  $m$  точки в масиві  $MAS[M]$  від 1 до  $M$ , переглядаємо послідовно всі його точки і для кожної виконуємо такі дії:

1) вибираємо 5 найближчих точок до чергової  $m$ -ої (використовуємо масив відстаней) – в алгоритмі передбачена можливість зміни кількості найближчих точок, тобто можливості введення кількості точок на вході алгоритму, досліджувалися випадки при 3, 4, 5 і 6 найближчих точках, що відповідало разом з взятою  $m$ -ою точкою 4, 5, 6 і 7 точкам в ядрі;

2) визначаємо середню відстань для вибраної групи точок з центром у точці з номером  $m$ :

$$d_m = \frac{\sum_{p=1}^5 D(\vec{X}_m, \vec{X}_p)}{5}, \quad (2)$$

де  $p$  – номер (індекс в масиві  $MAS[M]$ ) 5-х точок, найближчих до  $m$ -ої.

3) визначаємо координати  $(z_{m1}, z_{m2}, \dots, z_{mn}, \dots, z_{mN})$  центра  $\vec{Z}_m$  вибраної сукупності точок з урахуванням координат вибраної поточної точки  $\vec{X}_m$  як їх середнє арифметичне:

$$z_{m1} = \frac{\sum_{p=1}^6 x_{p1}}{6}, z_{m2} = \frac{\sum_{p=1}^6 x_{p2}}{6}, \dots, z_{mn} = \frac{\sum_{p=1}^6 x_{pn}}{6}, \dots, z_{mN} = \frac{\sum_{p=1}^6 x_{pN}}{6}, \quad (3)$$

де  $p$  – номери точок, що входять в поточну сукупність точок.

г) знаходимо зміщення  $\Delta_m$  точки  $\vec{X}_m$  відносно центра  $\vec{Z}_m$ :

$$\Delta_m = d(\vec{X}_m, \vec{Z}_m) = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^N (x_{mn} - z_{mn})^2}}{d_m}, \quad (4)$$

де  $n$  – номери координат точок  $\vec{X}_m$  і  $\vec{Z}_m$ , для масиву  $MAS[M]$  точок.

4) здійснюємо перевірку виконання умови  $\Delta_k > \sigma$ , і якщо вона справджується, то точку  $\vec{X}_m$  заносимо до масиву поверхневих точок кластера.

Процедура повторюється ітеративно для різних значень порогу  $\sigma$  поверхневого натягу  $\Delta(x_k, z_k)$  для визначення максимального стресу поверхневих точок, який є умовою припинення пошуку поверхневих точок кластера.

Результати роботи алгоритму, реалізованого мовою Java, проілюстровані на рис. 1. Наведені дані відповідають знайденим експериментально оптимальним значенням кількості точок в ядрі  $p=5$  і порогу  $\sigma$  поверхневого натягу.

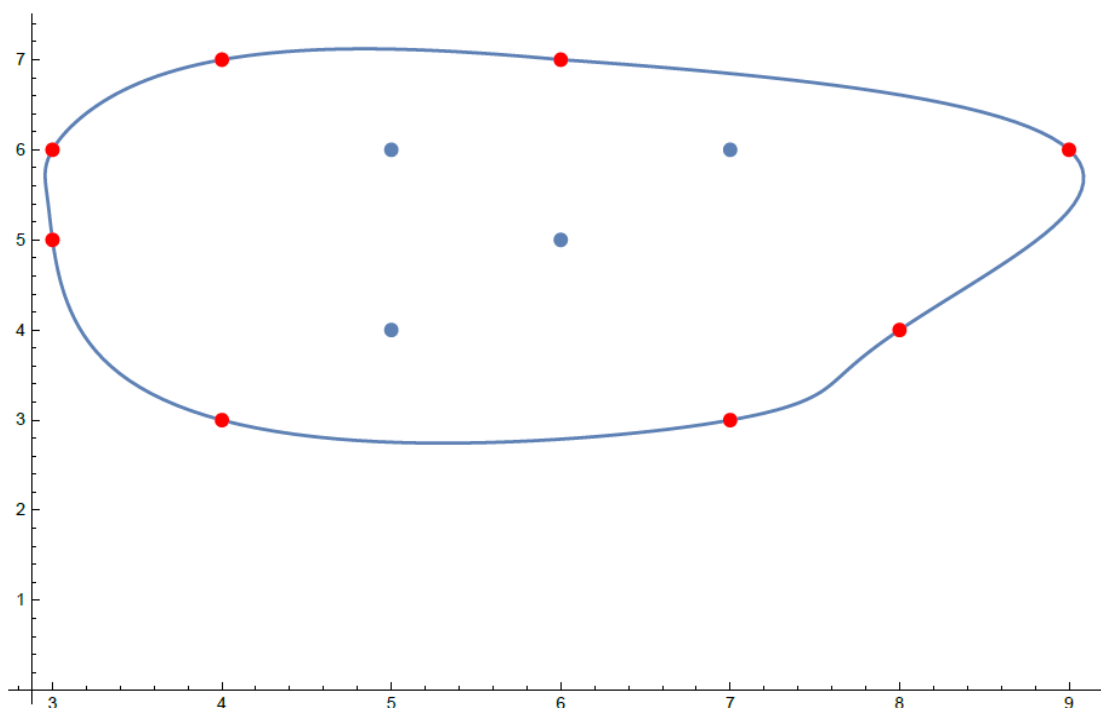


Рис. 1 – Результат кластеризації з виділенням поверхневих точок при значеннях  $p=5$  і  $\sigma=0.35$

### Висновки

В роботі запропоновано метод модифікації класифікатора типу SVM для підвищення ефективності його роботи в системах розпізнавання індивідуальності особи за її біометричними параметрами. Поставлена задача досягнута за рахунок розробки алгоритму кластеризації з пошуком поверхневих точок кластера за запропонованим авторами методом поверхневого натягу, який використовується на етапі навчання автоматизованої системи допуску персоналу на виробництві. Розроблений алгоритм реалізований програмно у вигляді коду, написаного мовою Java. Результати тестування програмного забезпечення підтвердили адекватність алгоритму кластеризації, використання якого дозволило підвищити швидкість і точність алгоритму класифікації персоналу в автоматизованій системі допуску.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тарасов Ю. Контрольно-пропускний режим для підприємств. Захист інформації // Конфідент, 2002. - № 1. - С. 55-61.
2. Sanjeekar P.S., Patil J.B. An overview of multimodal biometrics // Signal & Image Processing. - 2013. - vol. 4. - №. 1. - С. 57.
3. Биков М.М., Волоський Б.О. Розробка ефективного класифікатора даних в інтелектуальних системах управління [Електронний ресурс] / М.М. Биков, Б.О. Волоський // Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 27-28 квітня 2020 р. – Електр. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2020/paper/view/9730> .

**Дмитро Олегович Бушин** — студент групи АКІТ-22мс, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bushin2003a@gmail.com

**Микола Максимович Биков** — професор кафедри комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [nkbykov@vntu.edu.ua](mailto:nkbykov@vntu.edu.ua) .

**Dmytro O. Buchin** — student of AKIT-22ms group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bushin2003a@gmail.com

**Mykola M. Bykov** — professor of Computer Control System Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [nkbykov@vntu.edu.ua](mailto:nkbykov@vntu.edu.ua).

