



Наукові перспективи
Видавнича група

№ 1 (15)

2023

ІТ НАУКА ТЕХНІКА

серія: право, серія: економіка, серія: педагогіка,
серія: техніка, серія: фізико-математичні науки

СЬОГОДНІ



З Україною

в серці!



Видавнича група «Наукові перспективи»

**Громадська наукова організація «Всеукраїнська Асамблея
докторів наук із державного управління»**

Громадська організація «Асоціація науковців України»

«Наука і техніка сьогодні»

***(Серія «Педагогіка», Серія «Право», Серія «Економіка»,
Серія «Фізико-математичні науки», Серія «Техніка»)***

Випуск № 1(15) 2023

Київ – 2023

Publishing Group «Scientific Perspectives»

**Public Scientific Organization «Ukrainian Assembly of
Doctors of Sciences in Public Administration»**

Public organization «Association of Scientists of Ukraine»

"Science and technology today"

*("Pedagogy" series, "Law" series, "Economics" series,
"Physical and mathematical sciences" series, "Technics" series)*

Issue № 1(15) 2023

Kiev – 2023



«Наука і техніка сьогодні» (Серія «Педагогіка», Серія «Право», Серія «Економіка», Серія «Фізико-математичні науки», Серія «Техніка»): журнал. 2023. № 1(15) 2023. С. 314.



Згідно наказу Міністерства освіти і науки України від 07.04.2022 № 320 журналу присвоєно категорію "Б" із економіки та педагогіки

Згідно наказу Міністерства освіти і науки України від 06.06.2022 № 530 журналу присвоєно категорію "Б" із права

Згідно наказу Міністерства освіти і науки України від 10.10.2022 № 894 журналу присвоєно категорію "Б" із техніки (спеціальність - 122 Комп'ютерні науки)

Журнал видається за підтримки Міждержавної гільдії інженерів консультантів, Інституту філософії та соціології Національної Академії Наук Азербайджану (Баку, Азербайджан), громадської організації «Християнська академія педагогічних наук України» та громадської організації «Всеукраїнська асоціація педагогів і психологів з духовно-морального виховання»

Рекомендовано до видавництва Президією громадської наукової організації «Всеукраїнська Асамблея докторів наук з державного управління» (Рішення від 24.01.2023, № 5/1-23)



Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus (IC), міжнародної пошукової системи Google Scholar та до міжнародної наукометричної бази даних Research Bible

Головний редактор: Сопілко Ірина Миколаївна - доктор юридичних наук, професор, Відмінник освіти України, Лауреат Премії Президента України для молодих вчених, Лауреат Премії Верховної Ради України найталановитішим молодим ученим в галузі фундаментальних і прикладних досліджень та науково-технічних розробок, академік Академії наук вищої школи України, Заслужений юрист України (Київ, Україна)

Редакційна колегія:

1. Артемчук Володимир Олександрович - доктор технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України (Київ, Україна);
2. Бахов Іван Степанович — доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри іноземної філології та перекладу Міжрегіональної академії управління персоналом (Київ, Україна);
3. Бірюкова Тетяна Вікторівна - кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету (Чернівці, Україна);
4. Будник Вікторія Анатоліївна - кандидат економічних наук, професор, професор кафедри бізнес-логістики та транспортних технологій Державного університету інфраструктури та технологій (Київ, Україна);
5. Волк Павло Павлович — доцент кафедри водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування (Рівне, Україна);
6. Гнатюк Сергій Олександрович - кандидат технічних наук, доцент, заступник декана факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій Національного авіаційного університету (Київ, Україна);
7. Дацій Олександр Іванович - доктор економічних наук, професор, Заслужений працівник освіти України, завідувач кафедри фінансів, банківської та страхової справи Міжрегіональної академії управління персоналом (Київ, Україна);
8. Дівізніук Михайло Михайлович - доктор фізико-математичних наук, професор, Завідувач відділу Відділу цивільного захисту та інноваційної діяльності Державної установи "Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України" (Київ, Україна);
9. Дяденчук Альона Федорівна - кандидат технічних наук, старший викладач кафедри вищої математики і фізики Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного (Мелітополь, Україна);
10. Забулонов Юрій Леонідович - доктор технічних наук, професор, Член-кореспондент НАН України, директор Державної установи «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України» (Київ, Україна);
11. Ільїн Валерій Юрійович - доктор економічних наук, професор (Київ, Україна);
12. Ільїна Анастасія Олександрівна - кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри публічного управління і адміністрування Національного торговельно-економічного університету (Київ, Україна);
13. Кардаш Оксана Любомирівна — кандидат економічних наук, доцент кафедри комп'ютерних технологій та економічної кібернетики Навчально-наукового інституту автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне, Україна);
14. Квасніков Володимир Павлович — доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій Національного авіаційного університету (Київ, Україна);
15. Коваленко Валентин Васильович - доктор юридичних наук, професор, провідний науковий співробітник сектору авторського права та суміжних прав лабораторії авторського права та інформаційних технологій Науково-дослідного центру судової експертизи з питань інтелектуальної власності Міністерства юстиції України (Київ, Україна);
16. Коваленко Олена Михайлівна - кандидат педагогічних наук, провідний науковий співробітник відділу профільного навчання Інституту педагогіки НАПН України (Київ, Україна);

17. Комнатний Сергій Олександрович - докторант кафедри філософії права та юридичної логіки Національної академії внутрішніх справ (Київ, Україна);
18. Кравчук Володимир Миколайович — доктор юридичних наук, доцент, доцент кафедри конституційного, адміністративного та міжнародного права Волинського національного університету імені Лесі Українки (Луцьк, Україна);
19. Кузьмич Людмила Володимирівна - доктор технічних наук, головний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України (Київ, Україна);
20. Куницький Сергій Олександрович - кандидат технічних наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник науково-дослідної частини Національного університету водного господарства та природокористування (Рівне, Україна);
21. Лук'янчук Олександр Петрович — кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин та обладнання Національного університету водного господарства та природокористування (Рівне, Україна);
22. Маджд Світлана Михайлівна - доктор технічних наук, професор, професор кафедри зеленої економіки та економіки природокористування Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління (Київ, Україна);
23. Мануель Давид Массено - доцент відділу права та захисту даних, старший науковий співробітник і член координаційного комітету лабораторії UbiNET, запрошений член DPC, член-консультант комісії цифрового права муніципальних адвокатських колегій Кампінаса та Прая-Гранде (Сан-Паулу), а також Комісії з інновацій, управління та технологій муніципальної адвокатської колегії Гуарульоса, коментатор IODA, почесний член IDEIA Institute, член Наукового комітету MICHK, член EDEN, член-кореспондент RedNAC, член-кореспондент UBAU (Португалія);
24. Микитин Тарас Минович - кандидат технічних наук, завідувач кафедри економіки та менеджменту Рівненського державного інституту культури (Рівне, Україна);
25. Миргород-Карпова Валерія Валеріївна - кандидат юридичних наук, заступник директора з наукової роботи, старший викладач кафедри адміністративного, господарського права та фінансово-економічної безпеки Сумського державного університету (Суми, Україна);
26. Мізюк Вікторія Анатоліївна — кандидат педагогічних наук, доцент, декан факультету управління, адміністрування та інформаційної діяльності Ізмайльського державного гуманітарного університету (Ізмаїл, Україна);
27. Мірошніченко Валентина Іванівна - доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри психології, педагогіки та соціально-економічних дисциплін Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького (Хмельницький, Україна);
28. Міхальський Томаш — доктор наук, доцент кафедри географії регіонального розвитку Гданського університету (Польща);
29. Огієнко Микола Миколайович - кандидат технічних наук, професор кафедри організації авіаційних робіт та послуг Національного авіаційного університету (Київ, Україна);
30. Одарченко Роман Сергійович - завідувач кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем Національного авіаційного університету (Київ, Україна);
31. Оніщенко Наталія Миколаївна - доктор юридичних наук, професор, Заслужений юрист України, академік НАПрН України, завідувач відділу теорії держави і права Інституту держави і права ім. В.М.Корецького НАН України (Київ, Україна);
32. Опанасенко Володимир Миколайович — доцент кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій Національного авіаційного університету (Київ, Україна);
33. Охріменко (Жмурко) Тетяна Олександрівна - старший науковий співробітник кафедри комп'ютеризованих систем управління Національного авіаційного університету (Київ, Україна);
34. Павлов Костянтин Володимирович — доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри підприємництва і маркетингу Волинського національного університету імені Лесі Українки (Луцьк, Україна);
35. Поліщук Віталій Васильович — кандидат сільськогосподарських наук, завідувач відділу зрошення, відділення меліорації Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України (Київ, Україна);
36. Приходькіна Наталія Олексіївна - доктор педагогічних наук, професор кафедри педагогіки, адміністрування і спеціальної освіти Навчально-наукового інституту менеджменту та психології ДЗВО «Університет менеджменту освіти» НАПН України (Київ, Україна);
37. Синиціна Юлія Петрівна - кандидат технічних наук, PhD, доцент кафедри економічної та інформаційної безпеки Дніпропетровського державного університету внутрішніх справ (Дніпро, Україна);
38. Сопілько Ірина Миколаївна - доктор юридичних наук, професор, Відмінник освіти України, Заслужений юрист України, декан юридичного факультету Національного Авіаційного Університету (Київ, Україна);
39. Стахова Анжеліка Петрівна — старший викладач кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій Національного авіаційного університету (Київ, Україна);
40. Турчинова Ганна Володимирівна — кандидат педагогічних наук, доцент, декан факультету природничо-географічної освіти та екології Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (Київ, Україна);
41. Федоренко Владислав Леонідович — доктор юридичних наук, професор, DrHb - доктор хабілітований наук правничих (Польська академія наук), Заслужений юрист України, директор Науково-дослідного центру судової експертизи з питань інтелектуальної власності Міністерства юстиції України ((Київ, Україна);
42. Фесенко Андрій Олексійович - кандидат технічних наук, асистент кафедри кібербезпеки та захисту інформації Київського національного університету імені Тараса Шевченка. (Київ, Україна);
43. Черненко Варвара Петрівна - кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інформатики і вищої математики Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (Кременчук, Україна);
44. Чернуха Надія Миколаївна — доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри соціальної реабілітації та соціальної педагогіки Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна);
45. Чумак Оксана Володимирівна - доктор економічних наук, доцент, науковий співробітник відділу статистики і аналітики вищої освіти Державної наукової установи «Інститут освітньої аналітики», (Київ, Україна);
46. Шандра Наталія Андріївна - кандидат педагогічних наук, доцент кафедри іноземних мов для природничих факультетів Львівського національного університету імені Івана Франка (Львів, Україна);
47. Шеремет Інеса Володимирівна - кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри медикобіологічних та валеологічних основ охорони життя і здоров'я Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова (Київ, Україна);
48. Якимчук Олег Феодосійович - керівник групи білінгу Відділу бізнес-систем Департаменту інформаційних технологій ПРАТ «Рівнеобленерго» (Рівне, Україна);
49. Яцишин Андрій Васильович - доктор технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Відділу цивільного захисту та інноваційної діяльності Державної установи "Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України" (Київ, Україна)

Статті розміщені в авторській редакції. Відповідальність за зміст та орфографію поданих матеріалів несуть автори.

ЗМІСТ

СЕРІЯ «Право»

Полат І.В.

ТЕОРЕТИКО-ПРАВОВЕ ВИЗНАЧЕННЯ УЧАСНИКІВ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ, ЯК ЦЕНТРАЛЬНОЇ КАТЕГОРІЇ ПРИ КВАЛІФІКАЦІЇ БУЛІНГУ ЯК АДМІНІСТРАТИВНОГО ПРАВОПОРУШЕННЯ

9

Співак М.В., Бухтіярова І.Г., Бухтіяров О.А.

КВАЛІФІКАЦІЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПРАВПОРУШЕНЬ, ЩО ПОСЯГАЮТЬ НА ЗДІЙСНЕННЯ НАРОДНОГО ВОЛЕВИЯВЛЕННЯ ТА ВСТАНОВЛЕНИЙ ПОРЯДОК ЙОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

20

СЕРІЯ «Економіка»

Александрова Н.М., Александрова М.В., Драб Н.Л.

СУТНІСТЬ КОРПОРАТИВНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ГРУПИ RAIFFEISEN BANK INTERNATIONAL

32

Кифяк В.І., Лусте О.О.

ЕМОЦІЙНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-КОМАНДАМИ В УМОВАХ ФЛУКТАЦІЙ

47

Ліман В.В., Шевчук О.Ф., Коляденко С.В.

ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИН ЯК ЕТАП РОЗВИТКУ ПРОДАЖ ЗАКЛАДУ ТРАДИЦІЙНОЇ ФОРМИ ТОРГІВЛІ

62

Чернега І.І., Фротер О.С., Бондаренко Н.В., Бленда Н.О., Бурляй О.Л.

СОЦІАЛЬНЕ ПІДПРИЄМНИЦТВО ТА ЛІДЕРСТВО В ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНО-ТРУДОВИМИ ВІДНОСИНАМИ

72

Яковець Т.А., Ковальчук Ю.П.

ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ В КОНТЕКСТІ МИТНО-ТАРИФНОГО РЕГУЛЮВАННЯ: АНАЛІЗ СТАНУ Й НОВОВВЕДЕНЬ ПІД ЧАС ВІЙНИ

85

СЕРІЯ «Педагогіка»

Kryshtal A.O., Fedorenko Ya.A.

DIAGNOSING THE LEVEL OF PROJECT AND TECHNOLOGICAL SKILLS OF FUTURE SPECIALISTS OF THE CIVIL DEFENSE SERVICE FORMATION

97

- Гончар В.В.** 108
СТАН РОЗРОБЛЕНОСТІ ПРОБЛЕМИ ГОТОВНОСТІ ОФІЦЕРІВ ДО ЗДІЙСНЕННЯ МОВНОЇ ПІДГОТОВКИ У ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИНАХ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ У СУЧАСНИХ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ
- Григорович О.В., Князян М.О., Гринько Л.В., Силантьєва В.І.** 123
ПОНЯТТЯ «ДОСЛІДНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЛОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ» У ДОРОБКУ НАУКОВЦІВ ІСПАНІЇ
- Дияк В.В., Аніщенко В.О., Яремчук С.С.** 134
ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ОФІЦЕРІВ-ПРОКОРДОННИКІВ ДО УПРАВЛІНСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ: ПРОЕКТНИЙ ПІДХІД
- Дудіна О.В., Габорець О.А., Лунгол О.М.** 141
КРИТЕРІЇ ТА ПОКАЗНИКИ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНІХ ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНИХ ФАХІВЦІВ ДО САМОВДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
- Ільченко С.С., Поліщук Н.М.** 151
ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДИ ПІД ЧАС ЗАНЯТЬ ЛИЖНИМ СПОРТОМ
- Кривонос О.М., Котенко О.Д.** 161
ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ
- Максимченко В.І., Тихонова С.В., Панчук А.П., Панчук І.В., Кириченко В.М.** 176
ДОСВІД ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ У ВИЩИХ ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВОЄННИХ ДІЙ
- Михайлюк Н.В., Баласанян О.Д., Лук'янова В.А.** 184
АНАЛІЗ СФОРМОВАНОСТІ ПРОФЕСІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ БАНКІВСЬКОЇ СПРАВИ В ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ
- Рогульська А.В., Хміль О.О., Костенко Д., Фальштинська Ю.В., Худа Н.С.** 196
КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У НАВЧАННІ СТУДЕНТІВ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ

УДК 004.9

[https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-1\(15\)-269-278](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-1(15)-269-278)

Савчук Тамара Олександрівна PhD, професор кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21036, тел.: (066) 412-40-37

Магльона Віталій Валентинович студент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21036, тел.: (073) 200-90-69, <https://orcid.org/0000-0001-8434-3315>

АВТЕНТИФІКАЦІЯ КЛІЄНТІВ ЗА ГОЛОСОВИМ ВІДБИТКОМ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Анотація. Проведено аналіз сучасних підходів автентифікації клієнтів в режимі реального часу та обрано текстонезалежний підхід автентифікації по голосу. Проаналізовано сучасні інформаційні технології автентифікації клієнтів в режимі реального часу (BioLink AMIS, Voice Key та VocalPassword) та визначено їх основний недолік - недостатню швидкість процесу автентифікації, що не дозволяє автентифікацію клієнта в режимі реального часу та обмежує область використання. Проведено аналіз класифікаторів голосових відбитків для проведення автентифікації клієнтів в режимі реального часу та обрано K-NN як найбільш точний серед проаналізованих. Обґрунтовано вибір математичного методу MFCCs (мел-кепстральні коефіцієнти) для автентифікації клієнта за голосом, що підвищить швидкість процесу автентифікації в поєднанні з обраним K-NN (K – найближчих сусідів) класифікатором. Удосконалено математичну модель процесу автентифікації клієнтів в режимі реального часу за рахунок введення коефіцієнту автентифікації при кепстральному аналізі голосових відбитків. Удосконалено метод процесу автентифікації клієнтів в режимі реального часу, який базується на поєднанні математичного методу MFCCs щодо голосових відбитків та класифікатора K-NN голосових відбитків. Запропоновано удосконалену інформаційну технологію автентифікації клієнтів в режимі реального часу, яка забезпечує аналіз голосових відбитків клієнта та реалізує удосконалений метод автентифікації клієнтів в режимі реального часу, що дозволило підвищити швидкість процесу автентифікації та не погіршити точність автентифікації клієнта.

Ключові слова: математична модель, автентифікація, автентифікація в режимі реального часу, формування голосових відбитків розпізнавання

голосу, математичний метод MFCCs, класифікатор K-NN голосових відбитків, інформаційна технологія автентифікації клієнтів в режимі реального часу.

Savchuk Tamara Oleksandrivna PhD, professor of the Department of Computer Sciences, Vinnytsia National Technical University, Khmelnytske Shosse, 95, Vinnytsia, 21036, tel.: (066) 412-40-37

Mahlona Vitalii Valentinovych Student of the Department of Computer Sciences, Vinnytsia National Technical University, Khmelnytske Shosse, 95, Vinnytsia, 21036, tel.: (073) 200-90-69, <https://orcid.org/0000-0001-8434-3315>

REAL-TIME VOICEPRINT AUTHENTICATION OF CLIENTS

Abstract. An analysis of modern client authentication approaches in real time was carried out and a text-independent voice authentication approach was chosen. Modern information technologies of client authentication in real time (BioLink AMIS, Voice Key and VocalPassword) were analyzed and their main drawback was determined - the insufficient speed of the authentication process, which does not allow client authentication in real time and limits the scope of use. An analysis of voiceprint classifiers for real-time customer authentication was conducted and K-NN was selected as the most accurate among those analyzed. The choice of the mathematical method MFCCs (mel-cepstral coefficients) for voice authentication of the client is justified, which will increase the speed of the authentication process in combination with the selected K-NN (K - nearest neighbors) classifier. The mathematical model of the real-time client authentication process has been improved due to the introduction of the authentication factor in the cepstral analysis of voice prints. The real-time customer authentication process method is improved, which is based on the combination of the MFCCs mathematical method for voice prints and the K-NN classifier of voice prints. An improved real-time client authentication information technology is proposed, which provides the analysis of the client's voice prints and implements an improved method of real-time client authentication, which made it possible to increase the speed of the authentication process and not deteriorate the accuracy of the client's authentication.

Keywords: mathematical model, authentication, real-time authentication, formation of voice prints for voice recognition, mathematical method of MFCCs, K-NN classifier of voice prints, information technology of customer authentication in real time.

Постановка проблеми. Процес автентифікації клієнта буде ефективніший та безпечніший, якщо це буде відбуватись на підставі розпізнавання поточного голосового відбитку клієнта та порівняння його з

голосовим відбитком, зафіксованим при реєстрації. Такий підхід є доцільним у використанні для фінансових структур, так як убезпечить їхніх клієнтів від можливого шахрайства [1]. При цьому, важливо дослідити сам процес автентифікації клієнтів, що буде покладено в основу відповідної інформаційної технології. Таким чином, розробка програмних засобів автентифікації клієнтів за голосовим відбитком є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наразі існує велика кількість досліджень спрямованих у напрямку автентифікації клієнта за голосовим відбитком в режимі реального часу. З останніх авторів можна виділити: Х. В. Луценко, К. В. Нікулін, Макар С. М. Серед сучасних інформаційних технологій найбільш відомими є AMIS (Automation Media Identification System), Voice Key та VocalPassword, але всі вони мають такий недолік як час розпізнавання голосового відбитку.

Мета статті - підвищення швидкості процесу автентифікації клієнтів в режимі реального часу.

Виклад основного матеріалу. Для досягнення мети дослідження необхідно удосконалити математичну модель процесу автентифікації клієнтів в режимі реального часу. Аналіз сучасних математичних методів DTW та MFCCs, які використовуються в процесі автентифікації за голосовим відбитком [2] показав, що в якості математичного методу для автентифікації клієнтів доцільно використати метод MFCCs (Mel-Cepstral Coefficients), що характеризується підвищеною швидкістю процесу формування та розпізнавання голосового відбитку.

Основою методу MFCCs є мел-частотне перетворення, яке формує голосовий відбиток клієнта під час процесу автентифікації. Застосування методу MFCCs при автентифікації передбачає, що частоти голосу клієнта будуть трансформуватись у певний діапазон частот, що відповідає діапазону слуху людини. Метод MFCCs необхідний для вилучення голосового відбитку клієнта під час його безперервного мовлення та у подальшому цей відбиток голосу буде представляти матрицею мел-кепстральних коефіцієнтів.

Обрана кількість мелкепстральних коефіцієнтів K , як основна характеристика методу MFCCs, визначить вимірність матриці, що не змінюватиметься в процесі автентифікації, та буде використана для коректного порівняння поточного відбитку голосу та збереженого (як зразкового) в процесі автентифікації клієнта, а кожний з кепстральних коефіцієнтів буде визначатись відповідною залежністю [3].

Як результат, отримаємо відбиток голосу клієнта, що є матрицею дійсних чисел. Тому, отриманий набір може слугувати як прототип для навчання для будь-якого класифікатора.

Процес класифікації виконує функції ідентифікатора / автентифікатора та першого верифікатора.

В якості класифікатора був обраний K-NN [4], який задовольняє поставлену мету дослідження, а саме: підвищення швидкості та збереження точності процесу автентифікації клієнтів в режимі реального часу.

В процесі навчання алгоритм запам'ятовує всі вектори ознак і відповідні їм мітки класів, які виступають голосовими відбитками, сформованими математичним методом MFCCs. При роботі з голосовими відбитками обчислюється різниця між значеннями векторів мел-кепстральних коефіцієнтів [5].

Саме використання методу MFCCs у сполученні з класифікатором K-NN дасть можливість підвищити швидкість автентифікації клієнта.

Введемо коефіцієнт автентифікації та визначимо його еталонне значення з метою виявлення такого, що забезпечить точний результат автентифікації клієнта. Коефіцієнт автентифікації буде визначатись під час автентифікації та прийматиме значення від 0 до 1. При цьому, чим це значення ближче до 1, тим ступінь схожості порівнюваних голосових відбитків буде більшою.

Еталонне значення коефіцієнту автентифікації є таким, з яким повинен порівнюватись отриманий в процесі автентифікації коефіцієнт та який буде визначати успішність підтвердження автентичності клієнта [6].

Важливу роль в математичній моделі відіграє мова, якою спілкується клієнт, так як під кожен з них будується своя модель формування голосового відбитку.

При автентифікації клієнта проводиться порівняння поточного голосового відбитку зі списком зразкових голосових відбитків, а також голосових відбитків шахраїв.

Коефіцієнт автентифікації клієнта в режимі реального часу визначатиметься залежністю, що враховує матрицю кепстральних коефіцієнтів S_k формування голосового відбитку методом MFCCs, матрицю N_k утворену класифікатором K-NN, добуток матриць кепстральних коефіцієнтів збережених голосових відбитків шахраїв x_1 , та зразкових x_2 .

$$R = \sum_{k=1}^K \left[\sum_{k=1}^K (\log S_k) \left[n \left(k - \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{K} \right] \right] * N_k * x_2 * \log x_1, \quad (1)$$

де:

S_k – кепстральний коефіцієнт k-го елемента вектору голосового відбитку;

N_k – коефіцієнт класифікації k-го елемента вектора автентифікації, $k \in [1, K]$, K – кількість елементів вектора сформованого голосового відбитку;

R – коефіцієнт автентифікації клієнта в режимі реального часу, $0 < R < 1$;

x_1 – добуток матриць кепстральних коефіцієнтів збережених голосових відбитків шахраїв;

x_2 – добуток матриць кепстральних коефіцієнтів зразкових голосових відбитків клієнтів.

Для визначення еталонного значення коефіцієнту автентифікації клієнта в режимі реального часу R_e , з яким в подальшому буде порівнюватись значення поточного коефіцієнту автентифікації клієнта R , необхідно провести відповідне тестування для різних значень R_e . Для кожного обраного значення R_e було проведено понад 1000 різних тестових автентифікацій, що розрізнялись часовими інтервалами, голосовими відбитками, акцентами та мовою клієнта. Результати тестування подані в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати тестування значень константи R_e

R_e	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Точність, %	25	40	53	69	77	82	93	99	93	82

За результатами проведених досліджень, якщо $R > R_e$, є підстави стверджувати, що клієнт автентифікований успішно, в іншому випадку голосові відбитки відрізняються та автентифікація є неуспішною. Отже, найбільш точним виявились автентифікації з еталонним значенням коефіцієнтом $R_e = 0,8$.

Отже, метод автентифікації клієнтів в режимі реального часу включатиме такі етапи:

1. Отримання вхідних аналогових даних, тобто голосового відбитку клієнта.
2. Формування голосового відбитку з отриманих даних за допомогою математичного методу MFCCs.
3. Автентифікація клієнта за допомогою класифікатора K-NN зі збереженням точності автентифікації.
4. Виведення результату процесу автентифікації клієнта.

На рисунку 1 зображено основні етапи удосконаленого методу автентифікації клієнтів за голосовим відбитком в режимі реального часу.

Удосконалення методу автентифікації клієнтів в режимі реального часу досягається поєднанням математичного методу MFCCs щодо голосових відбитків та класифікатора K-NN голосових відбитків, що дозволило підвищити швидкість та не погіршити точність автентифікації клієнта.

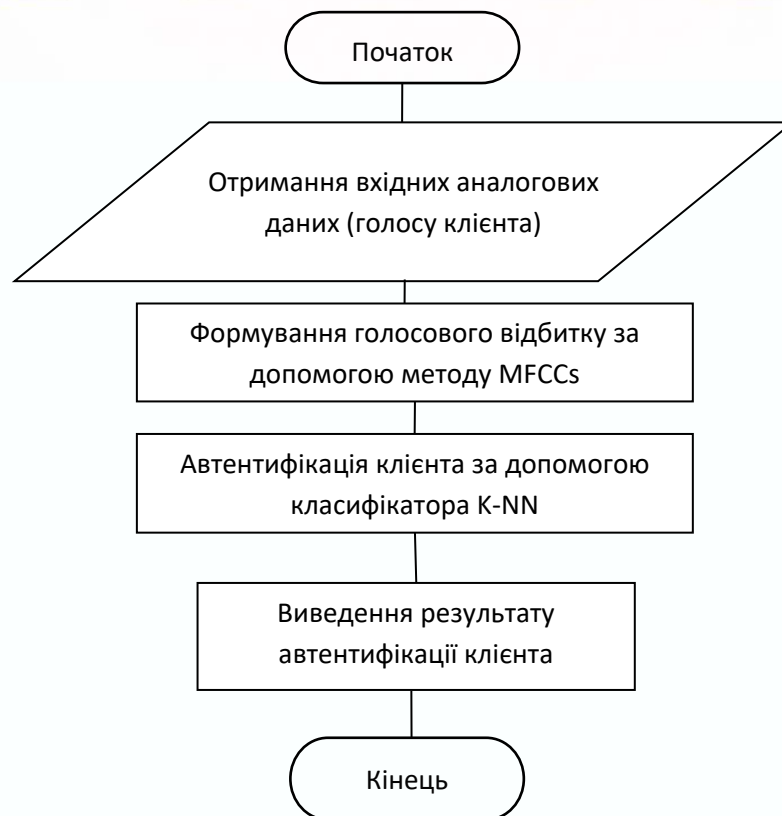


Рис. 1. Основні етапи удосконаленого методу автентифікації клієнтів за голосовим відбитком в режимі реального часу

Для реалізації удосконаленого методу автентифікації клієнтів в режимі реального часу було розроблено відповідну інформаційну технологію, яка містить такі складові: модуль збору даних, модуль обробки даних, модуль зберігання даних та модуль автентифікації.

До функцій модулю збору даних входить збір бінарних даних, перетворення їх в пакети та подступове їх надсилання в модуль обробки даних. Модуль виступає окремим сервісом, який отримує дані (голос клієнта) за протоколом TCP під час розмови агента з клієнтом. Модуль отримує ці дані, групує їх в блоки, накладає деякі метадані, наприклад, ідентифікатор блоку, для того, щоб модуль обробки даних зміг їх відсортувати в такому ж порядку та продовжити роботу з ним, та відсилає блоки в модуль обробки даних - сервіс, який працює через HTTP протокол. Ідентифікатор блоку потрібний для того, щоб впорядкувати їх, так як сервіс відправляє їх асинхронно, не очікуючи відповіді від попереднього перед відправкою наступного, тому це потрібно для синхронізації.

Модуль обробки даних відповідає за сортування отриманих пакетів, перетворення масиву пакетів, тренування заданого голосу, перетворення його в один голосовий відбиток та передача його в модуль зберігання даних. Відбиток голосу клієнта ділиться на вирази певної довжини. З кожного виразу

отримується вектор мел-кепстральних коефієнтів та передається у класифікатор K-NN.

Модуль зберігання даних відповідає за зберігання голосових відбитків клієнтів отриманих від модулю обробки даних та видачу існуючих голосових відбитків при виклику запиту від модулю прийняття рішення. Під час автентифікації запитується необхідний голосовий відбиток за допомогою ідентифікатора в модулі зберігання даних та порівнюється з голосом клієнта в режимі реального часу.

Головна мета модулю автентифікації – це порівняти існуючий голосовий відбиток, який отримано з модулю зберігання даних з голосом клієнта в режимі реального часу та сформуванню певний результат на основі цього порівняння. Тобто, якщо голосові відбитки будуть мати великий відсоток схожості – клієнт автентифікувався успішно та може виконувати чи запитувати якусь конфіденційну інформацію. В іншому випадку він буде позначений як шахрай.

Загалом процес автентифікації з використанням запропонованої інформаційної технології є таким: голос користувача фіксується у модулі збору даних, відбувається його конвертація, тобто перетворення в пакети, та їх відправлення в модуль обробки даних. Відбувається формування голосового відбитку методом MFCCs та тренування інформаційної технології голосовими відбитками, які передаються в модуль зберігання даних, що зберігає їх в базі голосових моделей з подальшим процесом ідентифікації. Модуль автентифікації отримує існуючий голосовий відбиток від модуля зберігання даних, порівнює його з отриманим від модулю обробки даних та приймає рішення – чи клієнт автентифікований успішно.

На рисунку 2 представлено структуру інформаційної технології автентифікації клієнтів в режимі реального часу.

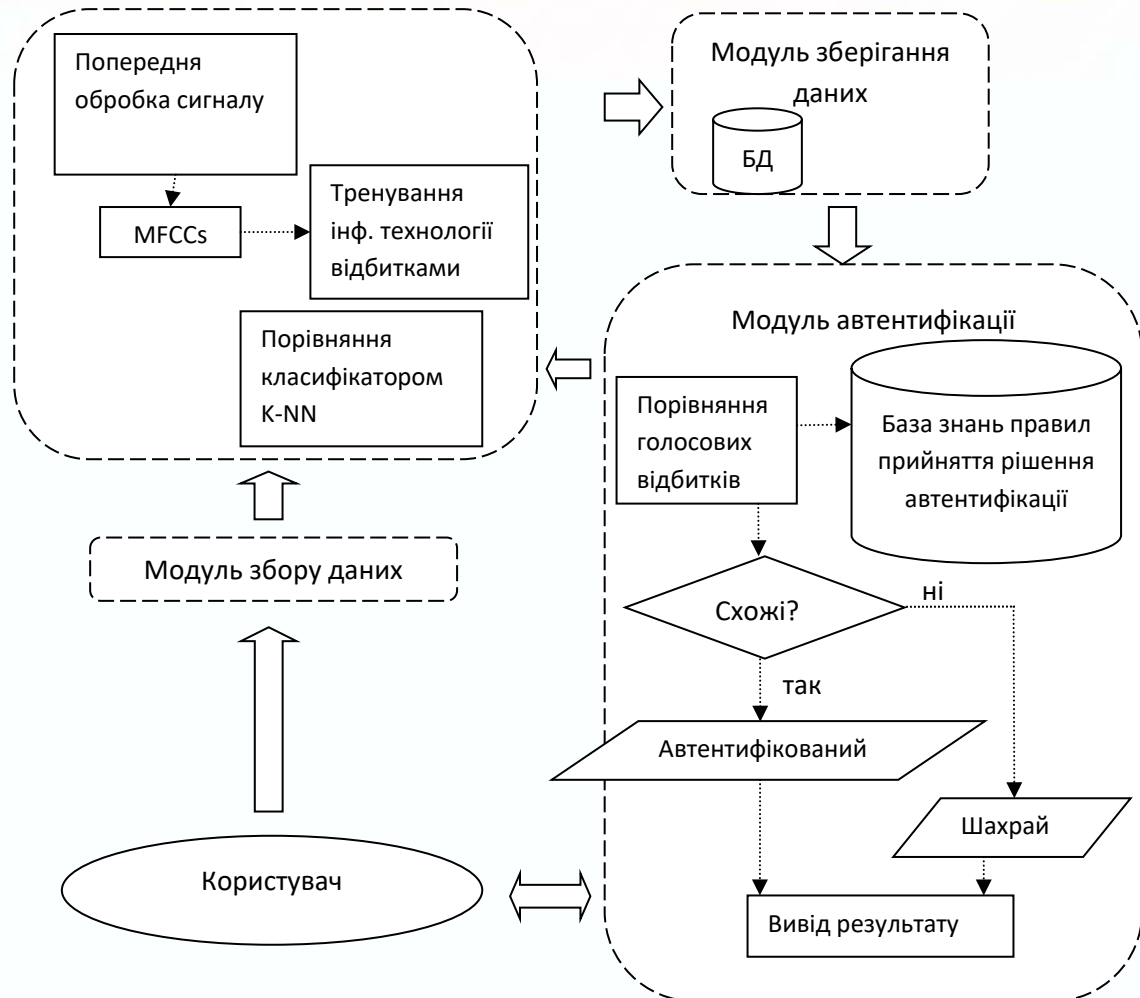


Рис.2. Структура інформаційної технології автентифікації клієнтів в режимі реального часу

Отже, розроблена структура інформаційної технології автентифікації клієнтів в режимі реального часу, забезпечить швидкий процес автентифікації достатньої точності.

При тестуванні удосконаленої інформаційної технології був використаний симулятор дзвінків. Після проведення тестування (вибірка – понад 1000 тестових дзвінків тривалістю в 2 хвилини) визначено середній час автентифікації клієнта та точність автентифікації голосового відбитку клієнта. В таблиці 2 наведені усереднені результати аналізу швидкості автентифікації клієнтів в режимі реального часу з використанням удосконаленої інформаційної технології та її аналогів

Сутність кожного експерименту полягала у обранні 10 різних записаних голосів тривалістю в 2 хвилини та проведенні процесу автентифікації для кожного з понад 100 разів.

Отже, як показали дослідження, швидкість процесу автентифікації клієнтів підвищиться, в середньому, не менш як на 9 відсотків.

При аналізі точності розраховано відсоткове відношення кількості правильної автентифікації (збережений голосовий відбиток та новоутворений – голос однієї людини) до загальної кількості тестових дзвінків в процесі автентифікації.

Таблиця 2

Результати аналізу швидкості автентифікації клієнтів в режимі реального часу з використанням запропонованої інформаційної технології та її аналогів

	VocalPassword (Nuance)	Voice Key	AMIS (Biolink)	Інформаційна технологія автентифікації клієнтів в режимі реального часу
t, мс	15 602	19 927	14 602	13 235

Результати роботи запропонованої інформаційної технології автентифікації клієнтів за голосовим відбитком в режимі реального часу та її аналогів наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Результати аналізу точності при автентифікації клієнтів в режимі реального часу з використанням запропонованої інформаційної технології автентифікації та її аналогів

	VocalPassword (Nuance)	Voice Key	AMIS (Biolink)	Інформаційна технологія автентифікації клієнтів в режимі реального часу
Точність, %	97	98	95	99

Висновки. Отже, за результатами проведеного дослідження, для проведення автентифікації клієнтів в режимі реального часу було запропоновано інформаційну технологію, яка базується на удосконаленому методі, що, в свою чергу, базується на поєднанні математичного методу MFCCs щодо голосових відбитків та класифікатора K-NN голосових відбитків. Це дозволило підвищити швидкість автентифікації та не погіршити точність автентифікації клієнта. Удосконалено математичну модель процесу автентифікації клієнтів в режимі реального часу за рахунок введення коефіцієнту автентифікації при кепстральному аналізі голосових відбитків. Аналіз отриманих результатів при тестуванні удосконаленої інформаційної технології показав, що вона забезпечує автентифікацію клієнтів в режимі реального часу на 9% швидше, а точність автентифікації клієнта за голосовим відбитком при цьому не зменшується.

Література:

1. Speaker identification using mel frequency cepstral coefficients / M.R. Hasan, M. Hamil, M.G. Rabbani. - 3rd International Conference on Electrical & Computer Engineering, 2004. - С. 230-232.
2. Uday Kiran, MFCC Technique for Speech Recognition [Електронний ресурс], 13.06.2021 – Режим доступу: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/06/mfcc-technique-for-speech-recognition/>
3. Moussa Doumbia, Elbow Method in Supervised Machine Learning(Optimal K Value) [Електронний ресурс], 23.08.2019 – Режим доступу: https://medium.com/@moussadoumbia_90919/elbow-method-in-supervised-learning-optimal-k-value-99d425f229e7
4. Duhamel P. Vetterli M. Fast fourier transforms: a tutorial review and a state of the art. Elsevier: Signal processing. 1990. Vol. 19, No 1. P. 259-299.
5. Forney G.D. The viterbi algorithm. Proceedings of the IEEE. 1973. Vol. 61, № 3. P. 268–278.
6. Vivek Vinushanth Christopher, Markov and Hidden Markov Model [Електронний ресурс], 18.08.2020 – Режим доступу: <https://towardsdatascience.com/markov-and-hidden-markov-model-3eec42298d75>

References:

1. Hasan, M.R., Hamil, M. , Rabbani, M.G. (2004). Speaker identification using mel frequency cepstral coefficients. *3rd International Conference on Electrical & Computer Engineering*, 230-232 [in English].
2. Uday Kiran, MFCC Technique for Speech Recognition. *www.analyticsvidhya.com* Retrieved from <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/06/mfcc-technique-for-speech-recognition/> [in English].
3. Moussa Doumbia, Elbow Method in Supervised Machine Learning(Optimal K Value). *medium.com* Retrieved from https://medium.com/@moussadoumbia_90919/elbow-method-in-supervised-learning-optimal-k-value-99d425f229e7 [in English].
4. Duhamel, P. Vetterli, M. (1990). Fast fourier transforms: a tutorial review and a state of the art. *Elsevier: Signal processing*, 19, 259-299 [in English].
5. Forney, G.D. (1973). The viterbi algorithm. *Proceedings of the IEEE*, 61, 3, 268–278 [in English].
6. Vivek Vinushanth Christopher, Markov and Hidden Markov Model. *towardsdatascience.com* Retrieved from <https://towardsdatascience.com/markov-and-hidden-markov-model-3eec42298d75> [in English].