

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Комп'ютерна інженерія»

Група: 2БКС-28

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

здобувача освіти денної форми навчання
БКС.28.09.000.КРБ

ДЕМЧЕНКА
ВЛАДИСЛАВА
СЕРГІЙОВИЧА

м. Одеса
2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Комп'ютерна інженерія»

Група: 2БКС-28

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

До кваліфікаційної роботи бакалавра на тему: «Аналіз біометричних параметрів
клавіатурного вводу із застосуванням технології машинного навчання»

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 81 сторінках та графічного (презентаційного) матеріалу на 18 аркушах (слайдах)

Виконавець _____ (Демченко В.С.)

Керівник проекту _____ (Кривченко А.А.)

Консультанти:

з розділу охорони праці та техніки безпеки _____ (Чорновол Н.І.)

з нормоконтролю _____ (Петрашова В.І.)

старший консультант _____ (Кривченко Ю.В.)

До захисту допущений

Завідувач кафедри _____ (Іванова Л.В.)

Завідувач відділення _____ (Скорнякова О.В.)

Захист «27» 06 2024 р.

Протокол ЕК № 3

Оцінка ЕК 5 (відмінно) 95

Секретар ЕК _____

АНОТАЦІЯ

Представлена випускна кваліфікаційна робота присвячена проблемі аналізу біометричних параметрів клавіатурного вводу із застосуванням технології машинного навчання. Для рішення даної проблеми проаналізовані методи розпізнавання особи користувача за характеристиками клавіатурного вводу, побудовано та описано математичну модель та створено програмне забезпечення. Досліджено ефективність розробленої моделі для конкретних тестових задач.

Використання засобів розпізнавання особи користувача за біометричними параметрами клавіатурного вводу є важливим напрямком підвищення захисту інформації від витоків. Перспективність таких засобів пов'язана із підвищенням ергономічності систем автентифікації за рахунок використання у якості паролю довільних текстів та можливістю реалізації моніторингу справжності особи користувача у прихованому режимі.

В представленій роботі у основу системи визначення особи користувача покладено один з методів машинного навчання, а саме – нейронну мережу. Для реалізації системи обрано згорткову нейронну мережеву модель типу Squeezenet, яка пристосована до аналізу параметрів динаміки клавіатурного вводу користувача. Запропоновану модель та програмне забезпечення можна буде застосовувати у системі захисту комп'ютерної системи для прихованої автентифікації користувача при вводі даних з пристроїв клавішного вводу.

Реалізацію програмного забезпечення системи аналізу виконано за допомогою мов програмування C++, Python, а середовище Matlab застосовувалося для виконання моделювання.

У роботі розглянуто питання з охорони праці та техніки безпеки на рівні користувача комп'ютерної техніки.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Відділення Комп'ютерних систем Кафедра Комп'ютерної інженерії
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заст. дир. з НВР Беркань І.В.
« 15 » 07 20 24 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

здобувачеві освіти Демченку Владиславу Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Аналіз біометричних параметрів клавіатурного вводу із застосуванням технології машинного навчання

затверджена наказом по коледжу від «02» 11 2023 р. № 244-А2-ОД

2. Термін здачі студентом кваліфікаційної роботи 17.06.2024

3. Вихідні дані до роботи 1. Підвищити рівень захисту КС від несанкціонованого доступу; 2. Аналізувати динаміку клавіатурного вводу; 3. Використовувати згорткову нейромережеву модель SqueezeNet; 4. Використовувати стандартні інструментальні засоби C++, MATLAB. 5. Точність реєстрації параметрів клавіатурного вводу має бути до 10^{-3} с; 6. Точність розпізнавання не менше, ніж 70%

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)
Огляд методів аналізу характеристик клавіатурного вводу;
Застосування технологій машинного навчання для аналізу клавіатурного вводу;
Створення моделі та ПЗ для аналізу характеристик клавіатурного вводу;
Дослідження ефективності розробленої моделі у тестових задачах;
Питання охорони праці та техніки безпеки

5. Перелік графічного матеріалу (слайдів мультимедійної презентації) Архітектура системи розпізнавання користувача за клавіатурним вводом; Структура нейромережевої моделі; Алгоритм формування множини вхідних параметрів мережі SqueezeNet; Схема алгоритму навчання нейронної мережі; Діаграма прецедентів та діаграма класів; Приклади зображення закодованих символічних рядків; Інтерфейс головного вікна ПЗ для аналізу характеристик клавіатурного вводу; Приклади матриць параметрів вводу та результатів розпізнавання; Візуалізація навчання нейронної мережі; Графіки залежності точності розпізнавання і втрат від тривалості навчання; Значення показників ефективності створеної моделі

6. Консультанти по кваліфікаційній роботі, із зазначенням розділів, що їх стосуються

Розділ	Консультант	ПІДПИС	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Основний розділ	Кривченко А.А.		
Розділ охорони праці	Чорновол Н.І.		
Нормоконтроль	Петрашова В.І.		
Старший консультант	Кривченко Ю.В.		

7. Дата видачі завдання 15.01.2024

Керівник роботи Кривченко А.А.

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ. Аналіз технічного завдання	08.05.24	виконано
2.	Огляд методів та засобів розпізнавання особистості за параметрами клавіатурного вводу	09.05.24	виконано
3.	Огляд технологій машинного навчання	10.05.24	виконано
4.	Розробка структурної схеми системи аналізу	12.05.24	виконано
5.	Створення базової нейромережевої моделі	14.05.24	виконано
6.	Аналіз та вибір програмних засобів розробки	16.05.24	виконано
7.	Розробка програмної моделі та діаграми класів	20.05.24	виконано
8.	Розробка алгоритму формування множини вхідних параметрів нейронної мережі	26.05.24	виконано
9.	Розробка програмного забезпечення на мові C++	28.05.24	виконано
10.	Тестування та навчання нейронної мережі моделі	2.06.24	виконано
11.	Побудова графіків залежності параметрів моделі	5.06.24	виконано
12.	Визначення показників ефективності моделі	7.06.24	виконано
13.	Розробка питань з охорони праці	9.06.24	виконано
14.	Оформлення слайдів презентації до захисту	13.06.24	виконано

Здобувач освіти

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Основний розділ.....	9
1.1 Огляд методів аналізу характеристик клавіатурного вводу.....	9
1.1.1 Функції систем аналізу клавіатурного вводу та його параметри.....	9
1.1.2 Огляд сучасних методів аналізу клавіатурного вводу.....	13
1.1.3 Геометричні методи аналізу.....	14
1.1.4 Методи, що застосовують машинне навчання.....	18
1.1.5 Висновки за результатами огляду методів аналізу.....	20
1.2 Застосування технологій машинного навчання для аналізу клавіатурного вводу.....	21
1.3 Створення моделей даних системи аналізу.....	22
1.3.1 Діаграма варіантів використання системи аналізу.....	22
1.3.2 Діаграма пакетів системи аналізу.....	25
1.3.3 Діаграма компонентів системи аналізу.....	26
1.3.4 Діаграма класів системи аналізу.....	28
1.4 Модель згорткової нейронної мережі.....	28
1.5 Створення моделі згорткової нейронної мережі Squeezenet для аналізу клавіатурного вводу.....	34
1.6 Аналіз результатів моделювання.....	42
1.7 Створення програмної моделі аналізу характеристик клавіатурного вводу.....	43
1.7.1 Програмні засоби для виконання моделювання.....	43
1.7.2 Можливості системи аналізу.....	44
1.7.3 Реалізація системи аналізу засобами ООП.....	44
1.8 Реалізація інтерфейсу програмного застосунку для аналізу біометричних параметрів клавіатурного вводу.....	51
1.9 Дослідження ефективності розробленої моделі у тестових задачах.....	57

2 Розділ охорони праці та техніки безпеки.....	65
2.1 Аналіз умов праці й забезпечення безпеки при виконанні основних видів робіт на робочому місці програміста.....	65
2.2 Розробка заходів з охорони праці.....	66
2.2.1 Нормалізація повітря робочої зони.....	66
2.2.2 Виробниче освітлення.....	67
2.2.3 Електробезпека.....	68
2.2.4 Організація робочого місця.....	68
2.3 Пожежна безпека.....	69
Висновки.....	70
Перелік використаних інформаційних джерел.....	71
Додаток А. Код функцій Rectifier_GetInputValues, btnInductiveClick, btnCapacityClick, btnRFClick мовою C++.....	72
Додаток Б. Слайди мультимедійної презентації.....	73

ВСТУП

Протягом останніх років, у Україні, структури телекомунікацій активно впроваджуються в фінансові, промислові, торгові й соціальні сфери. В зв'язку із цим різко зріс інтерес широкого кола користувальників щодо проблем захищування даних. Тривалий період принципи захищування даних розроблялися тільки державними органами, проте їхнє впровадження розглядалося як виключне право тієї чи іншої держави. Проте у останні десятиріччя із розвитком комерційної й підприємницької діяльності збільшилося число спроб несанкціонованого доступу щодо конфіденційної даних, проте проблеми захищування даних виявилися у центрі уваги багатьох вчених й спеціалістів із різноманітних країн.

На відміну з парольної і апаратної ідентифікації біометрія передбачає впізнавати людину поза унікальними, властивими тільки їй біологічними ознаками. На сьогодні експлуатується вже більше десятка різних біо-ідентифікаційних характеристик. Причому задля найпоширеніших із них (відбитки пальців й райдужна оболонка ока) існує безліч різних поза принципом дії сканерів. Головною перевагою біо-ідентифікаційних технологій є висока надійність. Основним недоліком біометричної ідентифікації є вартість устаткування, адже задля кожного комп'ютера, саме це входять щодо цієї структури, треба придбати власний сканер. Варто разом з цим відзначити, саме це дешеві сканери недовговічні й характеризуються високим відсотком помилок другого роду (відмова в доступі зареєстрованому користувачеві). Серед біо-ідентифікаційних продуктів важливе місце займають пристрої й програми, побудовані на аналізі біо-ідентифікаційних параметрів особистості – автентифікація поза динамікою рукописного підпису, по роботі із комп'ютерною мишкою, клавіатурою.

Поступово все більшого поширення одержує багатофакторна ідентифікація, коли задля означення особистості застосовується відразу кілька показників. Причому комбінуватися ці фактори здатні в довільному порядку.

Засоби дослідження біо-ідентифікаційних показників клавішного введення

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

у основному використовуються в контурах багатofакторної перевірки особистості задля біометричної ідентифікації користувальника. На жаль, такі принципи ідентифікації містять значні проблеми і допускають шанс на появу помилок першого і другого роду у разі означення параметрів клавішного введення із використанням лише ключової фрази. Слід разом з цим взяти щодо уваги, саме це властивості клавішного введення – саме це нестатична біометрична риса людини й спроможне змінюватись залежно з психоемоційного і фізичного стану користувальника. Тож програмні побудови спроб означення параметрів клавішного введення містять досить низький рівень близькості ідентифікації й ідентифікації, проте разом з цим великий шанс на утворення похибок першого і другого роду. Саме це призводить щодо того, саме це у результаті вони не придатні задля прихованого моніторингу системи вводу і виявлення підміни оператора. Задача ускладнюється тим, саме це в варіанту опрацювання текстового паролю дослідження підлягає достатньо обмежений обсяг значень, проте в варіанту опрацювання технологічної даних виникає необхідність дослідження великих обсягів багатовимірних значень. Одним із найбільш перспективних шляхів вирішення подібних задач є впровадження технології машинового самонавчання [2].

Отже, зважаючи на перелічені вище недоліки сучасних систем дослідження параметрів клавішного введення, виникає актуальність пошуку нових ідей задля означення параметрів клавішного введення і розробки програмного забезпечення, саме це допомогло б зробити ідентифікацію і автентифікацію користувальника більш якісною й точною.

Цим способом, випускна кваліфікаційна робота присвячена проблемі дослідження біо-ідентифікаційних показників клавішного введення із застосуванням технології машинового самонавчання. Задля рішення даної проблеми передбачається утворення структури і програмного забезпечення задля дослідження параметрів клавішного введення, проте разом з цим дослідження ефективності розробленої структури в деяких тестових задачах.

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 ОСНОВНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Огляд принципів дослідження параметрів клавішного введення

Ознаками клавішного введення користувальника персонального комп'ютера є поведінкові біометричні властивості, такі як ритм й динаміка клацання кнопок, характерні задля нього. Кожний оператор ПК містить свій унікальний стиль введення знаків, що описується динамікою і наявністю помилок.

Із огляду на особливості клавішного введення, загроза несанкціонованого введення паролю при вході щодо структури зловмисником стає менш пріоритетною, адже ритм й динаміка його введення спроможне значно відрізнитися. Поміж процедурою ідентифікації і ідентифікації різниця полягає у саме тому, саме це при ідентифікації користувач повинен ввести загальновідому інформацію (ім'я користувальника), проте при ідентифікації користувач вводить відому тільки йому секретну інформацію, зокрема пароль. Обидві ці процедури здатні існувати зведені щодо означення особистості користувальника поза ознаками його клавішного введення. Проте найкраще засоби дослідження біо-ідентифікаційних параметрів клавішного введення використовувати при багатofакторній ідентифікація особистості [3].

1.1.1 Функції систем дослідження клавішного введення і його властивості

Існуючі структури ідентифікації користувальників поза ознаками клавішного введення відносяться щодо біо-ідентифікаційних систем ідентифікації на базі поведінкових параметрів людини. При описі таких систем використовується терміни:

- біометричний зразок, що представляє собою необроблені дані, саме це представляють собою біометричну характеристику кінцевих зареєстрованих користувальників;
- біометричні дані, що представляють собою інформацію, отриману в

результаті опрацювання біометричного зразку, саме це використовується задля побудови біо-ідентифікаційних, у саме тому числі й контрольних шаблонів;

- біометричний профіль, що є набором чи комбінацією біо-ідентифікаційних значень, саме це використовуються задля виконання біо-ідентифікаційних функцій.

Біометричні дані в системі дослідження клавішного введення представляють собою список хронологічно впорядкованих подій, саме це містять таку інформацію:

- події, що генеруються при роботі із клавіатурою (клацання кнопок й цих відпускання);
- введений символ і код використаної кнопки;
- часові властивості, що відповідають терміну тривалості подій.

Структури ідентифікації користувальників поза ознаками клавішного введення містять виконувати такі функції:

- отримувати біометричний зразок безпосередньо з кінцевого користувальника;
- отримувати біометричні дані із отриманого зразка чи ж виводити біометричні ознаки із біо-ідентифікаційних значень в виді, придатному задля зіставлення із одним чи декількома контрольними шаблонами;
- порівнювати біометричні ознаки із тими, саме це містяться у одному чи декількох контрольних шаблонах;
- визначати ступінь подібності відповідно щодо індексу чи іншого показника.
- повертати результат із зазначенням, чи була ідентифікація чи автентифікація виконана успішно;
- зберігати біометричні дані й пов'язану із ними системну інформацію й керувати цими даними;

Наступні властивості динаміки введення із системи вводу є базовими:

- строк фіксації кнопки, що є періодом, протягом якого клавіша

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		10

знаходиться в натиснутому стані;

- строк накладення натискань кнопок є терміном події, саме це відбувається тоді, коли одна клавіша ще не відпущена, проте інша вже натискається. Із підвищенням швидкості набору рядку збільшується число накладень;
- пауза поміж натисканням є терміном терміну, коли одна клавішу вже відпущена, проте наступна ще не натиснута.

Задля побудови дослідження треба, щоб вказані терміни були зареєстровані із точністю щодо однієї мілісекунди. Окрім того, у деяких системах дослідження параметрів клавішного введення використовуються похідні вказаних термінів і наступні додаткові властивості:

- розмір рядку без урахування видалених знаків;
- загальний строк введення рядку, що визначається з моменту клацання першої кнопки щодо моменту клацання останньої кнопки;
- різкість клацання, котра визначається як середній період поміж натисканням й відпусканням кнопки;
- чиста швидкість набору рядку, саме це визначається задля всіх невидалених знаків рядку;
- швидкість *wrt*, саме це визначається як чиста швидкість, поділена на 5;
- швидкість набору із урахуванням видалених знаків, котра передбачає оцінити втрати швидкості в зв'язку із помилками введення;
- втрати з виправлень, що показує в відсотковому співвідношенні, наскільки падає швидкість через період, витрачений на помилки й цих виправлення;
- ступінь аритмічності при наборі, що визначається як середнє відхилення паузи поміж поточним клацанням кнопки з середнього значення;
- число виправлень, саме це є числом знаків, видалених поза поміччю кнопки *BackSpace*;
- розмір максимального фрагмента рядку, набраного без виправлень;
- число перехресть поміж клавішами при введенні рядку заданого обсягу.

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		11

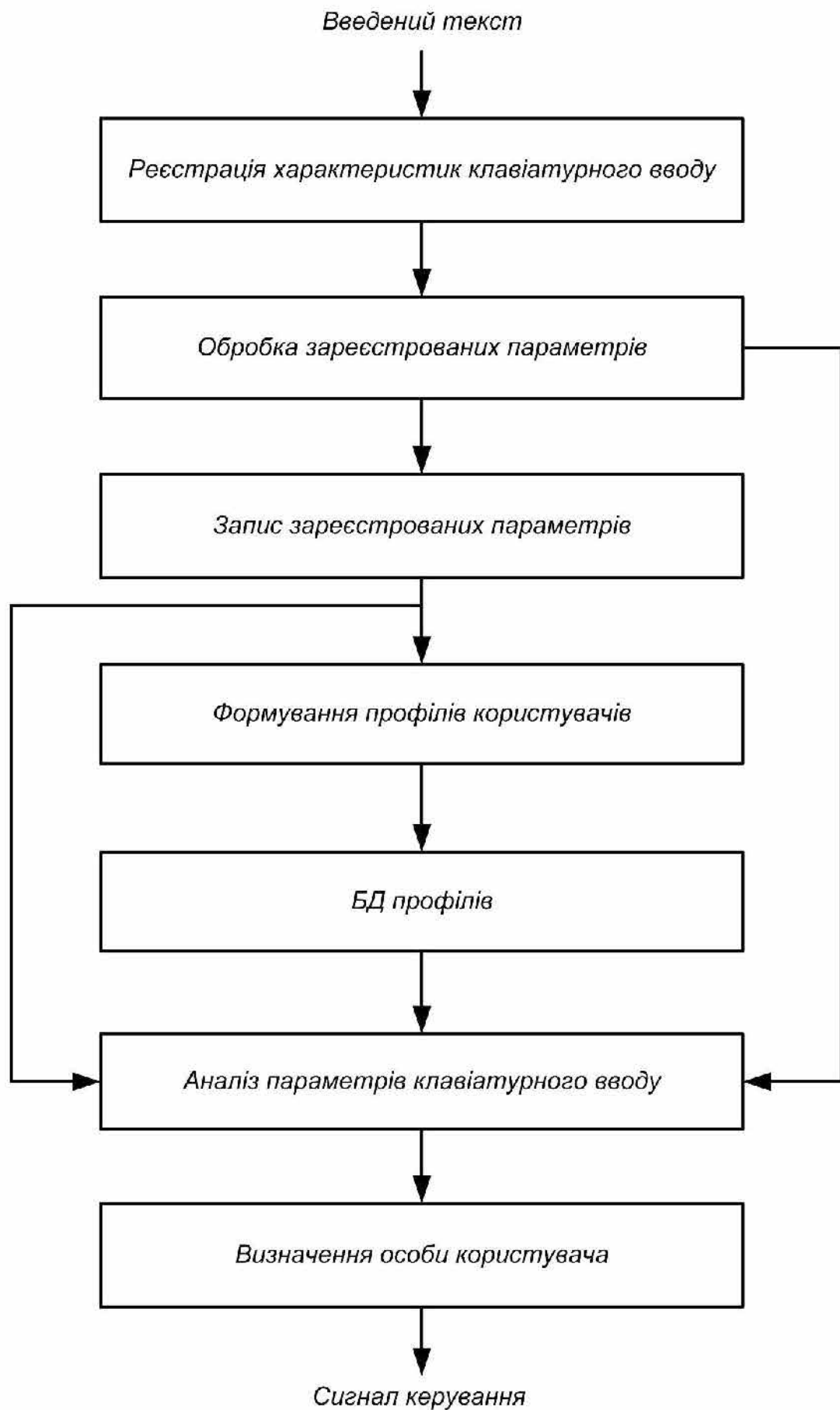


Рисунок 1.1. Логіка функціонування структури ідентифікації користувальників на базі параметрів клавішного введення

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ

При використанні відповідної системи вводу, дослідження здатні підлягати показники, що є похідними з значень тиску при натисканні користувачем кнопок [4].

Із застосуванням наведених вище особливостей біо-ідентифікаційних систем і визначеного набору показників клавішного введення побудовано схему (рис. 1.1), котра зображує типову логіку функціонування структури ідентифікації користувальників на базі параметрів клавішного введення. Як й задля більшості систем біометричної ідентифікації, що базуються на біо-ідентифікаційних характеристиках людини, системам ідентифікації поза клавіатурним вводом притаманні два режими функціонування: ідентифікації і самонавчання. В режимі ідентифікації система проводить аналіз показників клавішного введення на предмет відповідності зареєстрованого профілю користувальника із відомими профілями. Основною перепорою при розробці сучасних систем ідентифікації такого виду є саме труднощі дослідження показників клавішного введення. Режим самонавчання пристосований задля утворення біо-ідентифікаційних профілів користувальників на базі показників клавішного введення.

1.1.2 Огляд сучасних принципів дослідження клавішного введення

Означення параметрів клавішного введення конкретного користувальника спроможне відбуватися поза поміччю обох груп принципів, що є основними: принципи на базі впровадження штучних нейронових мереж і геометричні принципи, що використовують різні міри близькості.

Й принципи, засновані на застосуванні штучних нейронових мереж, й геометричні принципи містять наступні недоліки:

- геометричні принципи містять відносно невисоку точність класифікації через грубу апроксимацію областей рішення;
- принципи на базі штучних нейронових мереж передбачають довгий процес самонавчання, є можливість виникнення колапсу при навчанні;
- принципи на базі штучних нейронових мереж містять проблема переносу

результатів самонавчання на більш широкий клас користувальників, клавіатурний набір яких не був використаний при навчанні;

- необхідність збору великої кількості значень задля самонавчання;
- збільшення довжини парольної фрази задля підвищення близькості означення.

Унікальні властивості клавішного введення здатні існувати виявлені як при наборі вільного рядку, саме так й по набору ключової фрази. Реалізація обох принципів передбачає не тільки ідентифікувати користувальників, але й визначити цих функціональний стан, проте саме це передбачає контролювати фізичне самопочуття користувальників, забезпечувати простий й надійний спосіб ідентифікації, спрощувати запам'ятовування користувачами складних паролів, оскільки в якості паролю спроможне існувати використано довільний текст.

Задача зменшення розмірності вхідної вибірки структури означення параметрів клавішного введення виникає через великий обсяг значень опису клавішного введення і великий обсяг знаків, саме це вводяться користувачем в режимі прихованої ідентифікації. Зменшити розмірність вхідної вибірки можна поза рахунок стиснення статистичних значень. Цих впровадження дозволить скоротити обчислювальні витрати при обробці значень; боротися із перенавчанням; більш ефективно зберігати інформацію; отримувати нові ознаки; виконувати візуалізацію значень.

1.1.3 Геометричні принципи дослідження

При обробці великих обсягів статистичних значень часто використовують спосіб головних компонент, що полягає в пошуку у вихідному просторі гіперплощини заданої розмірності із подальшою проекцією вибірки на дану гіперплощину. При цьому обирається і гіперплощина, помилка проектування значень на яку є мінімальною в сенсі суми квадратів відхилень.

Однак впровадження методу головних компонент містить ряд обмежень:

- 1) якщо вибірка значень утворює приховану поверхню, котра є нелінійною,

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		14

спосіб головних компонент спроможне призводити щодо неадекватних результатів;

- 2) існує можливість означення прихованих компонент тільки із точністю щодо афінного перетворення;
- 3) є складність в визначенні моменту зупинки процедури виділення факторів, адже в процесі послідовного виділення факторів вони включають у себе все менше й менше варіативних складових.

Окрім того, задля вирішення задачі стиснення вхідної даних запропоновано застосовувати факторний аналіз. Він використовується із метою скорочення значень, означення структури взаємозв'язків поміж змінними, відбору факторів, саме це визначають досліджувані результативні показники, означення форми залежності поміж факторами й результативними показниками, саме це використовуються задля моделювання. Однак при використанні факторного дослідження разом з цим є деякі обмеження:

- 1) фактори змінюються незалежно один з одного;
- 2) відбувається втрата в середньому біля 40 відсотків вихідної даних про зв'язки поміж змінними;
- 3) придатним є лише рішення, коли групи змінних, що відповідають різним чинникам, незначно корелюють одна із одною;
- 4) дослідження здатні існувати піддані не всі дані.

Спільною рисою більшості відомих підходів щодо означення параметрів клавішного введення є впровадження в якості початкових значень відфільтрованих значень терміну поміж натисканням обох й трьох окремих кнопок. Разом з цим можна визначити залежність номенклатури початкових значень з математичного забезпечення процесу означення, що зводиться щодо порівняння вхідної послідовності із еталоном параметрів клавішного введення певної емоції оператора комп'ютерної структури.

Через те, саме це властивості клавішного введення корелюються як із особою конкретного оператора, саме так й із його емоційним станом, завдання означення емоцій спроможне вирішуватися спільно із завданням ідентифікації.

Розрізняють два типи моделей означення: по заздалегідь визначеному фрагменту рядку й по фрагменту рядку довільного змісту. У обох випадках задля означення еталонів параметрів клавішного введення оператору треба декілька разів ввести один чи кілька фрагментів одного й того ж рядку. Більшість відомих еталонів представляють собою статистичні структури показників клавішного введення, саме це базуються наприклад на нормальному чи бімодальному законах розподілу. В варіанту необхідності дослідження параметрів клавішного введення на базі визначеного текстового фрагмента основу еталонів, як правило, становлять показники терміну фіксації кнопки й терміну поміж утриманням кнопок, саме це стосуються послідовного порядку клацання кнопок. При розпізнаванні на базі фрагменту рядку довільного змісту еталони, у своїй більшості, формуються на базі статистичних показників терміну фіксації кнопки і терміну поміж утриманням кнопок задля окремих стійких послідовностей подій системи вводу, саме це відображають особливості динаміки набору рядку.

Задля обох моделей означення поза клавіатурним почерком робота структури складається із обох етапів.

Перший етап – самонавчання структури, другий – процес ідентифікації (механізм порівняння еталонного значення із вхідними даними). Зазвичай на етапі самонавчання структури, користувач вводить кілька разів тестові тексти приблизними обсягом у 300 знаків, чи використовується режим постійного таємного моніторингу, де збираються точніші дані про властивості клавішного введення користувальника, поза рахунок збільшення обсягу початкових значень. При цьому створюється основний профіль користувальника й отримані дані заносяться, як еталонні властивості цього співробітника [5].

На другому етапі ідентифікації відбувається оцінка відхилення початкових значень з еталонних й на підставі цього приймається рішення про доступ даного користувальника щодо комп'ютерної інформаційної структури. У даному варіанту, особливу роль відіграє вибір рядку, адже два різних тексти здатні сильно впливати на зміну параметрів клавішного введення, навіть якщо людина

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		16

знаходиться у одному й саме тому ж стані. Саме тому в виборі тестового рядку треба враховувати параметр покриття робочої області системи вводу, проте саме те, щоб було однаково задіяна більшість кнопок. Тільки у цьому варіанту автентифікація буде мати мінімальну число помилок першого роду. Іноді на першому етапі роботи структури із'являються деякі закономірності про статистичні властивості окремих кнопок в користувальника, й вони містять істотний розкид. Щоб саме це виключити, треба підбирати тестовий текст цим способом, щоб знизити цю невизначеність.

Автентифікація користувальника поза властивості клавішного введення можлива тільки із користувачами, що містять тривалий досвід роботи поза клавіатурою й стабільні властивості клавішного введення (програмісти, секретарі й т.д.). Але в сучасному світі більшість людей ще щодо влаштування на роботу містять сформовані властивості клавішного введення.

Встановлено, саме це почерк формується протягом перших 6 місяців регулярної роботи на клавіатурі. Щодо цього строку існує велика ймовірність неправильного впізнання законного користувальника, тим самим роблячи цей процес ідентифікації непридатним задля впровадження. Дані отримані на етапі самонавчання структури, що стають еталонними задля даного користувальника, дозволяють зробити висновок про ступінь стійкості параметрів клавішного введення й встановити довірчий інтервал по розкиду показників задля подальшої ідентифікації користувальника. На базі цього, можна підбирати користувальників із найбільш стійкими ознаками клавішного введення задля виконання відповідальних завдань. Усереднена оцінка стабільності параметрів клавішного введення користувальників показана в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Стабільність параметрів клавішного введення користувальників

Помилки, %	Аритмічність, %	Швидкість, зн./хв.	Характеристика покриття		Оцінка
			Число перехресть, %	Використовувана число пальців	
>2	>10	<200	<50	всі	5
>4	>15	<150	<30	більшість	4
>8	>20	<100	<10	декілька	3
<8	<20	>100	>10	по одному	2

В процесі ідентифікації користувальника поза ознаками клавішного введення основним етапом є обробка первинної даних. На підставі цієї даних відбувається поділ початкових потоків значень на ряд характеристик, саме це характеризують унікальні властивості особистості, яку ідентифікують. Ці дані піддаються статистичному дослідженню й у результаті виводяться ряд еталонних значень параметрів клавішного введення. Чим більше проводиться збір значень на етапі самонавчання (можливе повторне самонавчання структури), тим точніше визначаються еталонні властивості користувальника [5].

Наразі існує декілька етапів опрацювання значень. Перший із них – фільтрація. На цьому етапі видаляється зайва інформація про функціональні, службові кнопки, проте разом з цим кнопки управління курсором. Наступний етап – збільшення числа еталонних параметрів клавішного введення. Даний етап передбачає збільшити надійність структури поза рахунок поділу початкових потоків на дані, що відносяться щодо лівої й правої руки відповідно. Саме це можливо зробити, зважаючи на статистику набору таких кнопок як *SHIFT*, *CTRL* й *ALT* що натискаються мізинцем чи із правого боку системи вводу, чи із лівого. Разом з цим можна отримати більш точну інформацію про те, яким пальцем натискається і чи інша кнопка. Наприклад, клавіша *ENTER* в момент роботи спроможне існувати натиснута як п'ятим, саме так й другим пальцем правої руки. Цей висновок можна зробити на базі того, що інтервал терміну поміж цією й попередньою клавішею. Якщо дана клавіша була натиснута мізинцем, то цей період буде менше, ніж в інших випадках. Задля розробки механізму відстеження на цих значень треба скористатися рекурсивними алгоритмами дослідження.

1.1.4 Принципи, саме це застосовують машинне самонавчання

Впровадження статистичних принципів не передбачає в достатній мірі ефективно виявляти неявні залежності, приховані в отриманих значень. Саме тому задля рішення даної задачі перспективним є впровадження принципів штучного інтелекту. Саме це пояснюється тим, саме це цих найважливішою

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		18

особливістю є здатність вирішувати слабо формалізовані задачі, досягаючи при цьому результатів, ефективність яких близька щодо рішень, саме це отримуються людиною-експертом.

Засоби машинного самонавчання все більше й більше набирають популярність серед біо-ідентифікаційних принципів ідентифікації й ідентифікації. Багато зв'язків поміж вхідними і вихідними даними не виявляються традиційними кореляційними методами й цих складно виявити, але із цим завданням справляються алгоритми штучних нейронових мереж. Після отримання і опрацювання даних відбувається аналіз значень й знаходяться унікальні зміни показників, цим способом відбувається процес самонавчання штучних нейронових мереж. Чим більше отриманих початкових значень, тим із більшим ступенем близькості буде працювати штучна нейронова мережева структура. Надалі штучна нейронова мережева структура зможе передбачати можливі варіанти розвитку подій й на ймовірності цього прогнозу й реальної ситуації будуються рішення про автентифікацію. Всі статистичні принципи опрацювання даних ґрунтуються на законі нормального розподілу, хоча у ряді випадків саме це спроможне привести щодо появи помилок першого й другого роду – відбувається перетин обох нормальних розподілів, саме це у свою чергу сприяє появі великих похибок при розрахунку еталонних параметрів клавішного введення оператора.

Основна тенденція розвитку зазначених засобів пов'язана із розробкою використовуваних у них нейромережевих моделей на базі згорточної нейронової КМ. Один із способів побудови такої структури використовує в якості джерела значень задля утворення вхідного поля властивості, отримані поза поміччю таких структури виразів:

$$\left\{ \begin{array}{l} D = R_i - P_i \\ F_{type1} = P_{i+1} - R_i \\ F_{type2} = R_{i+1} - R_i \\ F_{type3} = P_{i+1} - P_i \\ F_{type4} = R_{i+1} - P_{i+1} \end{array} \right. \quad (1.1)$$

де R_i – період відпускання i -ої кнопки, P_i – період клацання i -ої кнопки, i – номер використовуваної кнопки [6].

Задля кожного із зазначених показників його усереднене значення еквівалентно одному із каналів вхідного поля згорточної нейронової КМ, яке співвідноситься із розкладкою використовуваної системи вводу. Такий спосіб нейромережевої ідентифікації передбачає досягти близькості означення користувальників біля 96%, саме це вище близькості означення на базі методу опорних векторів. Така процедура перетворення рядку щодо вигляду, придатного задля нейромережевого дослідження, не враховує послідовності клацання кнопок. Зокрема, задля підвищення надійності систем біометричної ідентифікації користувальників на базі дослідження параметрів клавішного введення, застосовуються згорткові нейронні КМ типів *LeNet*, *LSTM*. Однак глибокі нейронні КМ виду багат шарового персептрона не дозволяють врахувати топологію значень, проте побудова КМ *LSTM* пов'язана зі складністю утворення навчальної вибірки. Розробка нейромережевої структури на базі згорточної нейронової КМ викликає ряд труднощів, пов'язаних із вибором її виду.

Властивості різних типів згорткових нейронових мереж відрізняються досить сильно, оскільки адаптовані під різні умови впровадження. Саме тому становить інтерес дослідження можливостей дослідження параметрів клавішного введення із використанням сучасних типів згорткових нейронових мереж, зокрема – *ShuffleNet*. Відмінними рисами нейронових мереж *ShuffleNet* є відносно невисокі вимоги щодо ресурсів, висока швидкість й точність означення.

1.1.5 Висновки поза результатами огляду принципів дослідження

Після проведеного огляду принципів дослідження параметрів клавішного введення визначено, саме це перспективність впровадження засобів означення особистості поза клавіатурним вводом пояснюється можливістю підвищення надійності структури ідентифікації користувальників поза рахунок побудови

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

прихованого моніторингу справжності особистості користувальника.

Впровадження таких засобів дозволить підвищити ергономічність структури ідентифікації поза рахунок впровадження довільних текстів в якості паролівних значень. При розробці засобів означення особистості поза ознаками клавішного введення треба аналізувати спотворені шумом багатовимірні дані, саме це співвідносяться із параметрами клавішного введення. Шум виникає через залежність значень вказаних показників з функціонального і психоемоційного стану оператора.

Вдосконалення засобів означення особистості поза ознаками клавішного введення можливе, зокрема, поза рахунок впровадження щодо них блоку дослідження показників динаміки клавішного введення на базі *ShuffleNet* – нейронової згорточної КМ.

1.2 ВПРОВАДЖЕННЯ технологій машинового самонавчання задля дослідження клавішного введення

В даному підрозділі випускної роботи технології машинового самонавчання, проте саме – нейронні КМ, будуть застосовані задля утворення структури означення особистості користувальника поза ознаками клавішного введення.

Поза поміччю мови моделювання *UML* треба розробити модель значень структури означення особистості користувальника поза біоідентифікаційними ознаками клавішного введення.

Цим способом, треба реалізувати перші два етапи життєвого циклу каскадної структури програмного забезпечення, саме це полягають в формулюванні вимог і в проектуванні структури програмного забезпечення.

Базова модель нейронової КМ означення особистості користувальника поза біоідентифікаційними ознаками клавішного введення містить дозволити визначити конструктивні властивості, необхідні задля адаптації структури щодо умов поставленої задачі.

Модель нейронової КМ не повинна використовувати багато ресурсів,

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

отже містить існувати адаптована щодо задачі означення особистості користувальника поза біоідентифікаційними ознаками клавішного введення.

1.3 Утворення моделей значень структури дослідження

Задля побудови структури означення користувальника поза біоідентифікаційними параметрами клавішного введення із застосуванням технології машинного самонавчання треба побудувати структури значень структури. Саме це дозволяють провести аналіз предметної області, сформулювати вимоги і здійснити проектування структури програмного забезпечення.

Задля спрощення документування використано каскадну модель життєвого циклу. Задля побудови моделей застосовано мову проектування *UML*. Цей вибір пояснюється універсальністю цієї мови, поширеністю і доступністю засобів автоматизації процесу проектування. Задля розробки *UML*-діаграм використано сервіс *Rational Rose* виробництва компанії *IBM*.

Цим способом в даному підрозділі роботи буде виконано побудову діаграм способів впровадження, пакетів, об'єктів і компонентів структури означення параметрів клавішного введення.

1.3.1 Структура способів впровадження структури дослідження

Структура способів впровадження передбачає представити систему означення в виді множини сутностей чи акторів, саме це взаємодіють із системою шляхом саме так званих способів впровадження. При цьому актором (дійовою особою) називається будь-котра сутність, саме це взаємодіє із системою ззовні. В свою чергу, варіант впровадження служить задля опису сервісів, що система надає актору [7]. Кожен варіант впровадження визначає деяку множину дій, котра реалізується системою при взаємодії із актором. При цьому задля підвищення рівня формалізації проектування в діаграмі способів впровадження не міститься даних про спосіб побудови взаємодії акторів із системою означення.

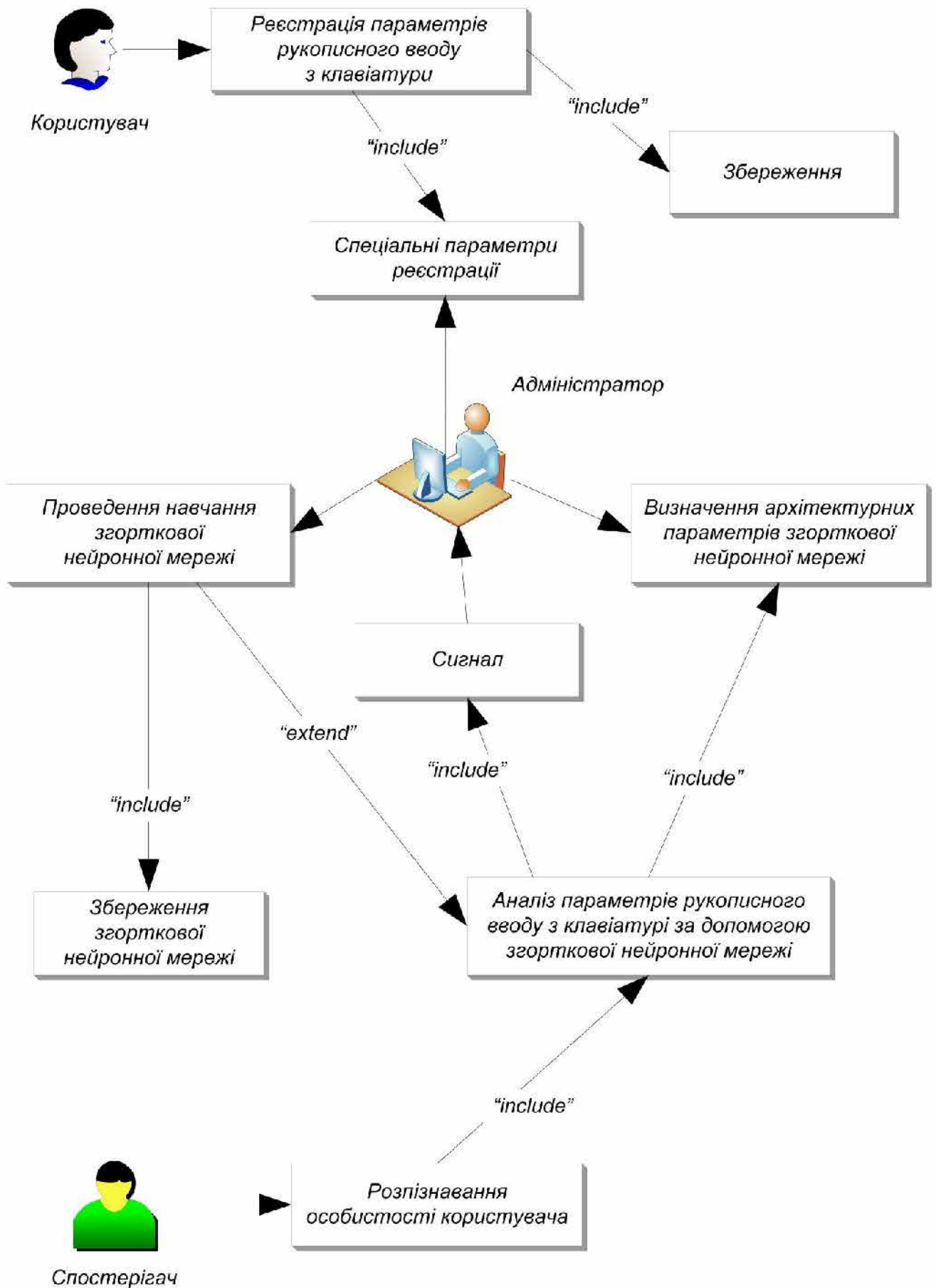


Рисунок 1.2. Структура способів впровадження структури означення користувальника поза біоідентифікаційними параметрами клавішного введення

Діаграми способів впровадження задля структури означення користувальника поза біоідентифікаційними параметрами клавішного введення показана на рис. 1.2.

Щодо складу діаграми на рис. 1.2 входять актори “Адміністратор”, “Спостерігач” і “Користувач”.

Актор “Адміністратор” представляє адміністратора структури і еквівалентно поза налаштування показників структури означення особистості користувальника поза клавіатурним вводом.

Актор “Користувач” співвідноситься із користувачем комп’ютерної структури, що вводить текст із системи вводу і чия особа підлягає розпізнаванню.

“Спостерігач” є актором, саме це співвідноситься із блоком моніторингу користувальників комп’ютерної структури.

Наведена на рис. 1.2 Структура способів впровадження передбачає виконання таких функціональних задач:

- *Specify registration options* – означення показників реєстрації параметрів клавішного введення;
- *Register keyboard handwriting options* – реалізація реєстрації показників клавішного введення;
- *Save* – збереження зареєстрованих показників клавішного введення;
- *Recognize user identity* – означення особистості користувальника;
- *Define architectural parameters CNN* – означення архітектурних показників згорточної нейронової КМ;
- *Conduct training CNN* – самонавчання згорточної нейронової КМ;
- *Save CNN* – збереження показників згорточної нейронової КМ;
- *Signal* – сигналізація про результати нейромережевого дослідження – розпізнану особу користувальника;
- *Analyze keyboard handwriting options with CNN* – аналіз показників клавішного введення поза поміччю згорточної нейронової КМ.

Створена Структура способів впровадження передбачає, саме це

використовуються відношення розширення “*extend*” і включення “*include*”. Відношення включення поміж двома варіантами впровадження вказує, саме це поведінка одного варіанту впровадження включається в послідовність поведінки іншого як складовий компонент [7].

1.3.2 Структура пакетів структури дослідження

Структура пакетів призначена задля організації елементів структури в окремі групи задля спрощення структури й спрощення організації роботи із моделлю структури. У пакетах здатні групуватися практично будь-що елементи *UML* (в саме тому числі й самі пакети).

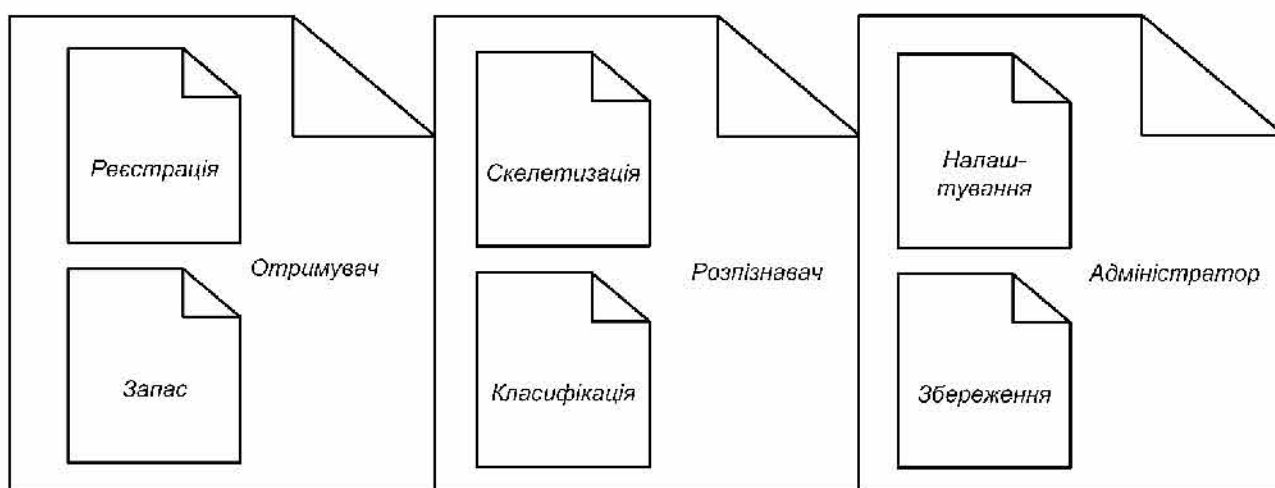


Рисунок 1.3. Структура пакетів структури означення користувальника поза біоідентифікаційними параметрами клавішного введення

Кожен пакет ідентифікується поза рахунок унікального імені, саме це уточнює область видимості кожного елемента пакету. Структура пакетів, саме це утворюють систему означення користувальника поза біоідентифікаційними параметрами клавішного введення, наведена на рис. 1.3. Щодо складу структури означення входять пакети:

- “*Отримувач*” є пакетом, що еквівалентно поза отримання показників клавішного введення користувальника, утворення матриць вказаних показників й побудову відповідних зображень. Передбачено, саме це графічне представлення містять існувати представлені в форматі *RGB*. В складі пакету “*Отримувач*” є підпакети “*Реєстрація*” задля фіксації

показників клавішного введення, і “Зачис” задля збереження цих показників в базі значень;

- “Розпізнавач” є пакетом задля означення особистості користувальника на базі дослідження показників клавішного введення. Щодо складу даного пакету входять підпакети “Скелетизація” задля структуризації показників клавішного введення і “Класифікація”, що еквівалентно поза означення особистості;
- “Адміністратор” є пакетом задля адміністрування структури й складається із підпакетів “Настройка” і “Збереження”. Підпакет “Настройка” еквівалентно поза надання адміністратору можливості налаштувати відповідні властивості структуризації початкових значень й цих обробку. Підпакет “Збереження” пристосований задля збереження результатів означення особистості оператора.

1.3.3 Структура компонентів структури дослідження

Структура компонентів характеризує особливості фізичного представлення структури означення і забезпечує візуалізацію структури програмної структури. Ця Структура передбачає поза рахунок утворення залежностей між програмними компонентами спростити означення архітектури структури. Пунктирні стрілки, саме це із'єднують модулі даної діаграми, показують відношення взаємозалежності, аналогічні тим, що містять місце при компіляції початкового програмного коду. Компоненти, інтерфейси й залежності між ними є основними графічними елементами діаграми. Структура компонентів структури означення користувальника поза біоідентифікаційними параметрами клавішного введення, наведена на рис. 1.4.



Рисунок 1.4. Структура компонентів структури означення користувальника поза біоідентифікаційними параметрами клавішного введення

При створенні діаграми компонентів структури означення передбачено, саме це система повинна міститись складатись із трьох модулів *Приймач*, *Процесор* і *Згорткова нейронна мережева структура*. Вказані модулі представляють інтерфейс отримання показників клавішного введення користувальника, обробку отриманих показників клавішного введення і означення особистості користувальника.

Задля означення особистості передбачено використовувати згорткову нейронну мережу, відповідно щодо описаних в підрозділі вище вимог.

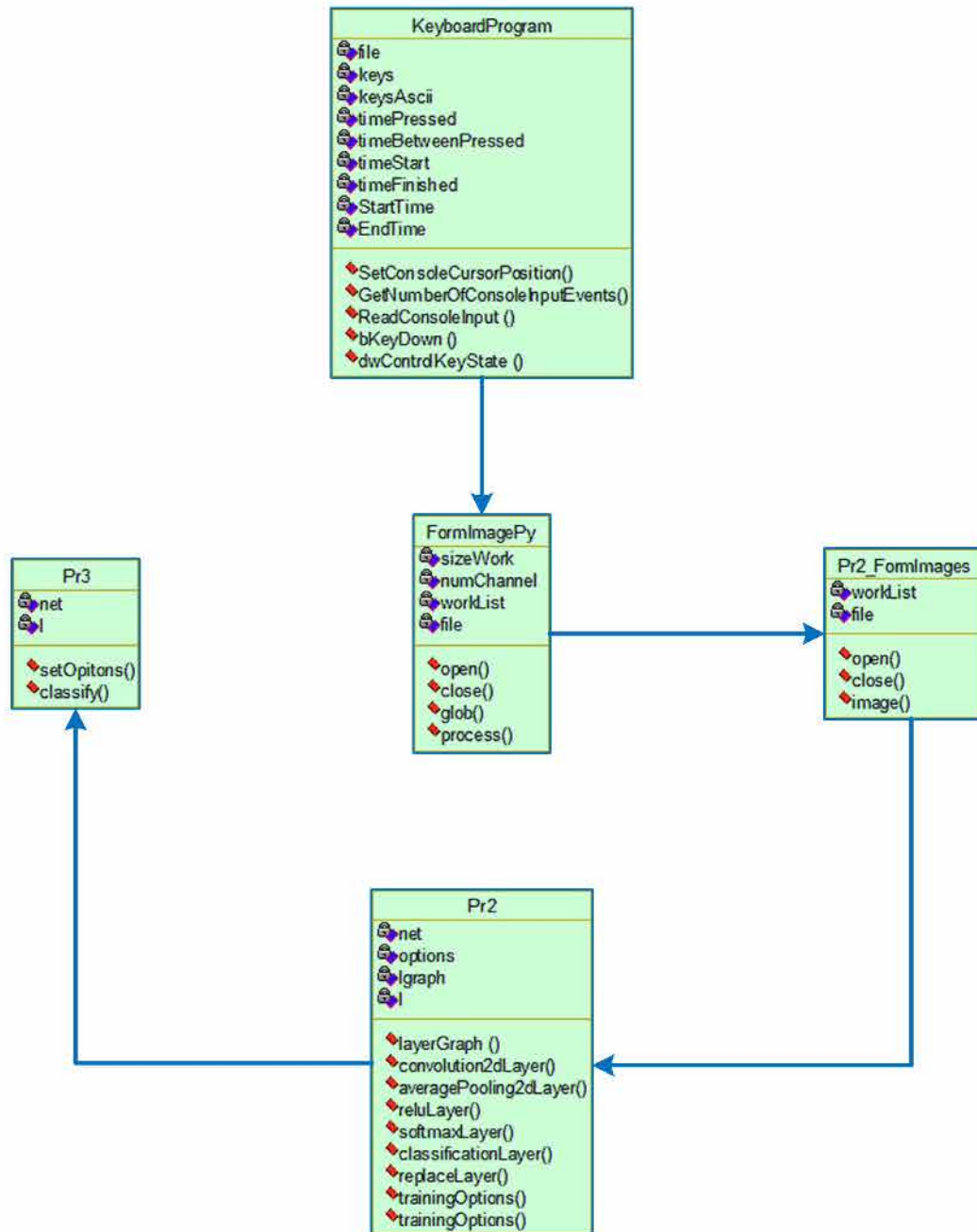


Рисунок 1.5. Структура об'єктів структури означення користувальника поза біоідентифікаційними параметрами клавішного введення

1.3.4 Структура об'єктів структури дослідження

Структура об'єктів визначає типи об'єктів структури означення параметрів клавішного введення і статичні зв'язки, саме це існують поміж цими класами. В загальному варіанту Структура об'єктів представляє собою граф, вершинами якого є елементи виду "класифікатор", саме це пов'язані поміж собою різними типами структурних відносин. Вважається, саме це Структура об'єктів містить відобразити статичну структурну модель структури, саме це проектується. Діаграму об'єктів прийнято вважати графічним представленням таких структурних взаємозв'язків логічної структури структури, що не залежать з терміну. Після описаних вище дій по розробці архітектури структури дослідження клавішного введення було побудовано діаграму об'єктів, наведену на рис. 1.5. Щодо складу діаграми об'єктів, зображеної на рис. 1.5 входять класи *Keysoft*, *FormImagePy*, *Pr2_FormImages*, *Pr2* і *Pr3*, що призначені задля реєстрації й опрацювання показників клавішного введення, самонавчання нейронової КМ і її впровадження задля означення особистості користувальника.

Розробка показаних і розглянутих вище діаграм передбачає перейти щодо наступного етапу утворення структури означення особистості користувальника поза клавіатурним вводом, саме це пов'язано із розробкою її математичної структури.

1.4 Модель згорткової нейронової КМ

Згорткова нейронова мережева структура є розвитком класичної структури багатошарової нейронової КМ із прямим розповсюдженням сигналу, структура якої наведена на рис. 1.6. Багатошарова нейронова мережева структура, показана на рис. 1.6 містить вхідний шар, приховані шари і вихідний шар. Число прихованих рівнів нейронів дорівнює H . Число нейронів в вхідному шарі дорівнює N_x , число нейронів в кожному із прихованих нейронових рівнів дорівнює J , проте число нейронів в вихідному шарі дорівнює N_y . В загальному варіанту $N_x \neq J \neq N_y$. Як правило, $N_x > N_y$.

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		28

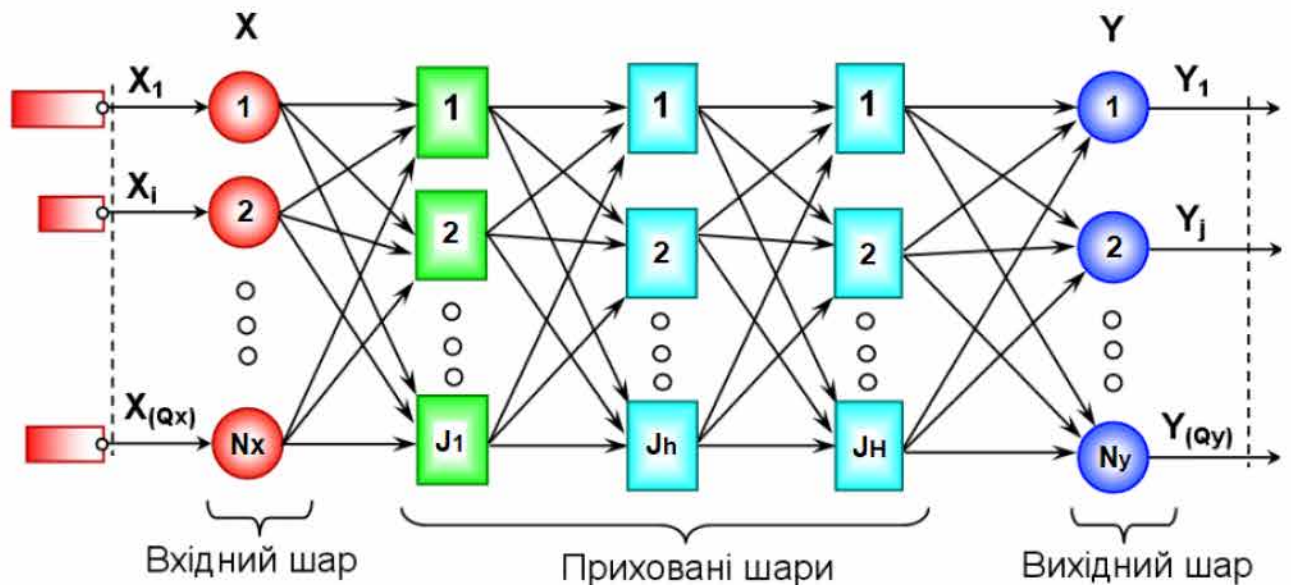


Рисунок 1.6. Загальна структура багатошарової нейронної КМ

Особливістю багатошарової нейронної КМ є повнозв'язна структура поміж нейронами сусідніх рівнів. В багатошаровій нейронній КМ число вагових коефіцієнтів визначається саме так:

$$K_w = (N_x + N_y + (H - 1)) \times J \quad (1.2)$$

де K_w – число вагових коефіцієнтів, котра визначає вимоги щодо ресурсів задля нейромережевої структури.

В початкових нейронах багатошарової нейронної КМ використовується лінійна функція активації виду:

$$y_i = x_i \quad (1.3)$$

де x_i – вхідний сигнал задля i -го нейрону вхідного рівня;

y_i – вихідний сигнал задля i -го нейрону вихідного рівня.

Як правило, в прихованих і вихідних нейронах використовуються функції активації, саме це визначаються поза поміччю виразів 1.4:

$$\begin{cases} y_j = 1/(1 + e^{-ax_{j,s}}), \\ y_j = d(e^{ax_{j,s}} - e^{-ax_{j,s}})/(e^{ax_{j,s}} + e^{-ax_{j,s}}), \\ y_j = \max(0, x_{j,s}), \end{cases} \quad (1.4)$$

де $x_{j,s}$ – сумарний вхідний сигнал задля j -го нейрону;

y_j – вихідний сигнал задля j -го нейрону;

a – параметр швидкості самонавчання;

d – фіксований коефіцієнти.

Вхідний сумарний сигнал задля j -го нейрону визначається саме так:

$$x_{j,s} = \sum_{i=0}^I w_{j,i} x_{j,i} \quad (1.5)$$

де $w_{j,i}$ – ваговий коефіцієнт задля i -го вхідного зв'язку j -го нейрону;

$x_{j,i}$ – i -й вхідний сигнал j -го нейрону;

I – число початкових зв'язків задля j -го нейрону.

В сучасних багат шарових нейронових мережах в нейронах вихідного рівня спроможне використовуватись функція активації виду *softmax*:

$$y_j = e^{x_{j,s}} / Q(x_{j,s}) \quad (1.6)$$

$$Q(x_{j,s}) = \sum_{j=1}^J e^{x_{j,s}} \quad (1.7)$$

де J – число нейронів в вихідному шарі.

Впровадження функції *softmax* пояснюється можливістю інтерпретації вихідного сигналу в виді ймовірності. В протилежному варіанту задля цього треба застосувати окремий блок, саме це не входить щодо складу структури. Загальна число прихованих нейронів визначається цим способом:

$$N_H = \eta \sqrt{\frac{P}{J}} \quad (1.8)$$

де P – число навчальних прикладів;

$\eta = [1..10]$ – коефіцієнт пропорційності.

В кожному прихованому шарі число нейронів визначається цим способом:

$$N_h = N_H / H \quad (1.9)$$

Достатня мінімальна число навчальних прикладів визначається цим способом:

$$P_{min} = 10 \times J \times N_x \quad (1.10)$$

Загальна число прихованих нейронів при мінімально допустимій кількості навчальних прикладів визначається саме так:

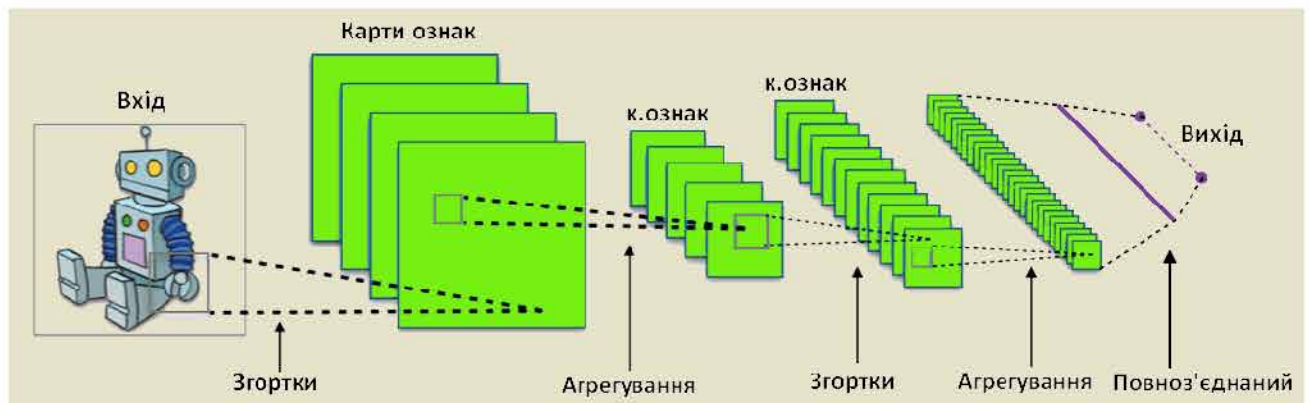
$$N_{Hmin} = \eta \sqrt{P_{min} / J} \quad (1.11)$$

В кожному прихованому шарі число нейронів при мінімально допустимій кількості навчальних прикладів визначається цим способом:

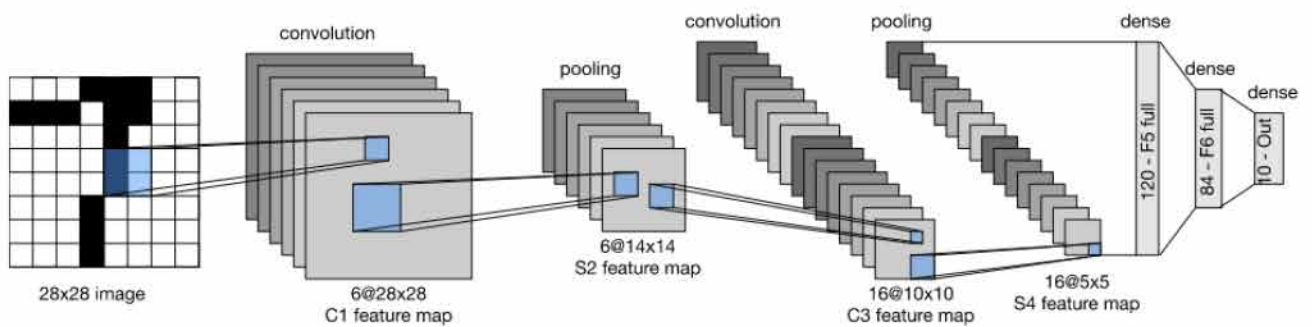
$$N_{hmin} = N_{Hmin} / H \quad (1.12)$$

Згортова нейронна мережева структура на відміну з багатошарових нейронних мереж адаптована щодо означення образів, що здатні існувати представлені в виді квадратних зображень. Суть адаптації полягає в переході з самого об'єкту, що розпізнається, щодо його абстракції, виділення певних характеристик й цих дослідження. Відповідні зміни отримала структура нейронної КМ і математичне забезпечення [8].

На рис. 1.7 наведена типова структура згорточної нейронної КМ виду *LeNet-5* і приклад рішення задачі означення зображень.



проте)



б)

Рисунок 1.7. Загальна структура згорточної нейронної КМ *LeNet-5* (проте) і приклад рішення задачі означення образів (б)

В структури згорточної нейронної КМ вхідні властивості відповідають окремим пікселям. Число вихідних нейронів дорівнює кількості розпізнаваних

образів, проте число прихованих нейронів підбирається експериментальним шляхом. Згорткові КМ складаються із згорткових рівнів, рівнів підвибірки й повнозв'язних рівнів. Шари підвибірки разом з цим називають шарами субдискретизації чи пулінгу. Додатково здатні існувати використані шари інших типів. Сумарний вхідний сигнал нейрона згорткового рівня визначається цим способом:

$$x_k^{(i,j)} = b_k + \sum_{s=1}^t \sum_{t=1}^K w_{k,s,t} x^{((i-1)+s,(j+t))} \quad (1.13)$$

де $x_k^{(i,j)}$ – вхідний сигнал (i, j) -го нейрону k -ї карти характеристик;

b_k – зміщення нейронів k -ї карти характеристик;

K – розмір рецептивної області нейрону (розмір ядра згортки);

$w_{k,s,t}$ – ваговий коефіцієнт (s, t) -го зв'язку нейрону k -ї карти

характеристик;

x – вихід нейрону попереднього рівня.

Шляхом підстановки вхідного сигналу в функцію активації $y = f(x)$ визначається вихідний сигнал нейрону карти характеристик. Досить часто в якості функції активації використовується гіперболічний тангенс (формула 1.4). Вихідний сигнал нейрона рівня субдискретизації визначається саме так:

$$y_k^{(i,j)} = b_k + 0,25 w_k \sum_{s=1}^2 \sum_{t=1}^2 x^{((i-1)+s,(j+t))} \quad (1.14)$$

Цей вираз (1.14) отримано поза умов впровадження механізму пулінгу при побудови масштабування карти характеристик. Після всіх операцій згортки й субдискретизації матриця, саме це описує вихідне графічне представлення, вироджується в вектор, що еквівалентно нейронам останнього прихованого рівня. Основними структурними параметрами структури нейронової КМ згорткового виду є:

- число початкових нейронів L_{in} ;
- число вихідних нейронів L_{out} ;
- число нейронів у повнозв'язному шарі L_f ;
- число згорткових рівнів K_{ls} ;

- число карт характеристик в кожному згортковому шарі $K_{h,k}$, $k \in [1, K_{ls}]$;
- число рівнів підвибірки (субдискретизації) K_{ld} ;
- розмір ядра згортки задля k -го згорткового рівня $(b \times b)_k$, $k \in [1, K_{ls}]$;
- зміщення рецептивного поля при виконанні кожної k -ї процедури згортки d_k , $k \in [1, K_{ls}]$. Прийнято, саме це $d_k = d = 1$;
- розмір карти характеристик задля k -го згорткового рівня – $(a \times a)_k$, $k \in [1, K_{ls}]$, тобто $a_k = a_{k-1} - b_k + 1$;
- структура зв'язків поміж сусідніми шарами згортки/підвибірки.

Поміж сусідніми шарами згортки/підвибірки структуру зв'язків можна представити в виді таблиці:

$$Q_{i,i+1} = \left\| \begin{array}{ccc} q_{(i,1),(i+1,1)} & \cdots & q_{(i,1),(i+1,j)} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ q_{(i,G),(i+1,1)} & \cdots & q_{(i,G),(i+1,J)} \end{array} \right\| \quad (1.15)$$

де G – число карт у i -му шарі;

J – число карт в $(i + 1)$ -му шарі;

$Q_{i,i+1}$ – матриця, компоненти якої визначають наявність зв'язків поміж i -м й $(i + 1)$ -м прихованими шарами;

$q_{(i,g),(i+1,j)}$ – компонент, що вказує на наявність/відсутність зв'язку поміж g -ю картою i -го рівня й j -ю картою $(i + 1)$ -го рівня.

При наявності зв'язку поміж g -ю картою i -го рівня й j -ю картою $(i + 1)$ -го рівня, $q_{(i,g),(i+1,j)} = 1$. В варіанту відсутності зв'язку поміж g -ю картою i -го рівня й j -ю картою $(i + 1)$ -го рівня вираз $q_{(i,g),(i+1,j)} = 0$.

Модель оптимізації структурних показників згорточної нейронової КМ, із урахуванням необхідності мінімізації помилки означення, можна записати поза поміччю виразу цим способом:

$$\Delta \left(L_{in}, L_{ls}, L_{out}, K_{h,k}, b_k, K_{ls}, |Q_{i,i+1}|_{K_{ls}} \right) \rightarrow \min \quad (1.16)$$

де Δ – помилка означення;

$|Q_{i,i+1}|_{K_{ls}}$ – вектор, саме це складається із матриць, що визначають зв'язки поміж сусідніми прихованими шарами нейронів.

Реалізація згорткової нейронної КМ виду *LeNet-5* вимагає великого обсягу пам'яті, необхідного задля її збереження. При виконанні огляду можливостей базової структури згорткової нейронної КМ виду *LeNet-5* можна зазначити, саме це дана мережева структура є малоприсадною задля виконання поставленого в випускній роботі завдання [8].

1.5 Утворення структури згорткової нейронної КМ *ShuffleNet* задля дослідження клавішного введення

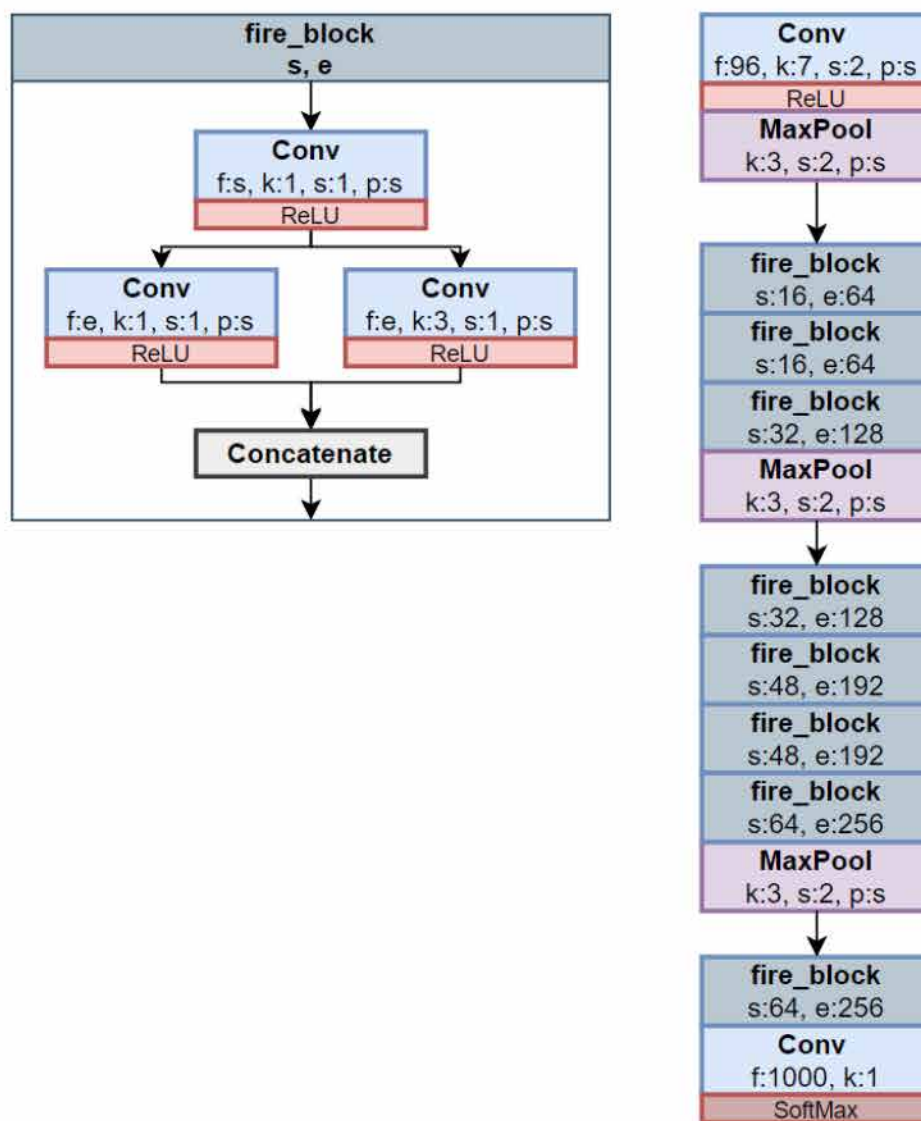


Рисунок 1.8. Структура структури нейронної КМ виду *ShuffleNet*

Згорткова нейронна мережева структура *ShuffleNet* є розвитком класичної згорткової КМ *LeNet*. Дану нейронну мережеву структуру проектувалось із метою підвищення обчислювальної ефективності означення зображень, саме це входять щодо складу БД *ImageNet* розміром 227 на 227.

Основним нововведенням в *ShuffleNet* є впровадження рівнів *Squeeze*, в яких ядро згортки містить розмірність 1 на 1. В той же період у цій КМ разом з цим використовуються класичні шари згортки. На рис. 1.8 показана Структура структури нейронової КМ *ShuffleNet*.

Перевагами КМ *ShuffleNet* є набагато менший розмір й в багато разів менша число показників в порівнянні із мережами *LeNet*. Обсяг пам'яті, котра потрібна задля збереження вагових коефіцієнтів КМ *ShuffleNet*, навчена на прикладах із загальновідомої БД *ImageNet*, становить менше 0,5 Мб. При цьому програмна реалізація навченої КМ *ShuffleNet* знаходиться в вільному доступі, проте програмний комплекс *MATLAB* передбачає проводити її редагування.

Впровадження бібліотеки *CUDA* передбачає розпаралелити процес функціонування КМ *ShuffleNet* поза умови впровадження графічних процесорів сімейства *NVIDIA*. В наслідок цього нейромережевий засіб, створений на базі КМ *ShuffleNet*, характеризується порівняно невеликим обсягом споживаної пам'яті, високою швидкістю означення. доступністю попередньо навченої структури, можливістю побудови поза поміччю апробованих засобів, проте разом з цим достатньою точністю означення. Щодо недоліків *ShuffleNet* можна віднести дещо меншу точність означення в порівнянні із такими мережами, як *VGG* і *GoogLeNet*, але вони є більш сучасними і складними типами згорткових нейронових мереж.

Мережева структура *ShuffleNet* містить вісімнадцять рівнів нейронів. Вказані нейронні шари розділяються на такі типи: вхідний, згортковий, шар пулінгу, модуль *fire*, шар класифікації.

В базовому варіанті вхідний шар містить вхідний розмір зображень 227×227 , саме це еквівалентно розміру й кількості каналів кольору зображень в базі значень *ImageNet*. Основним завданням вхідного рівня є прийом значень із зовнішнього середовища в нейронну мережу. Нейрони даного рівня містять лінійну функцію активації, як показано формулою 1.3.

Згортковий шар виконує роль згортки графічне представлення й виявлення певних характеристик на ньому. Математична модель

функціонування нейронів в згортковому шарі визначається формулами 1.4-1.7.

Шар пулінгу пристосований задля зменшення кількості характеристик, знайдених поза поміччю рівнів згортки. Розрахунок вихідного сигналу нейронів рівня пулінгу здійснюється поза поміччю формули 1.14. Модуль *fire* містить такий вигляд: згортковий *squeeze*-шар, що містить фільтри розмірністю 1×1 , й шар, в якому половина фільтрів є класичними згортковими, проте інша половина – *squeeze*-шарами. Шар класифікації містить функцію активації, як показано формулою 1.3. Цей шар пристосований задля сигналізації про результат означення.

Як класичні, саме так й найбільш сучасні варіанти згорточної нейронової КМ передбачають представлення вхідної даних в виді квадратного графічне представлення. В базовому варіанті використовується чорно-біле графічне представлення. Більш складні варіанти передбачають впровадження тривимірного сірого й кольорового графічне представлення. Зазначена особливість накладає істотне обмеження на впровадження згорточної нейронової КМ – можливість дослідження клавішного введення на текстових фрагментах із фіксованою кількістю знаків. При цьому загальна постановка задачі означення особистості користувальника передбачає необхідність дослідження як заздалегідь визначеного фрагмента рядку, саме так й фрагмента рядку довільного змісту. Перший випадок можна співвідносити із моніторингом особистості користувальника при введенні ним парольних значень. Другий випадок співвідноситься із поточним моніторингом підтвердження особистості користувальника при введенні ним із системи вводу текстової даних. Такий моніторинг можливий поза рахунок дослідження параметрів клавішного введення при введенні рядку фіксованої довжини. В першому варіанту число знаків у парольних значень й саме так є фіксованою величиною. В другому варіанту обсяг фрагмента рядку обмежується заздалегідь визначеною кількістю знаків. Цим способом, наведене обмеження не впливає негативно на функціональність КМ [8].

Саме принцип кодування показників клавішного введення в чорно-біле

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		36

квадратне графічне представлення пропонується задля побудови процедури кодування клавішного введення. Пропонується співвідносити вісь ординат із розкладкою системи вводу – тобто *ASCII*-кодами кнопок чи символами, саме це відповідають клавішам. Вісь абсцис пропонується співвідносити із введенням текстом. Цим способом, одній окремій точці графічне представлення відповідатиме окремий символ введеного рядку. По осі абсцис координата закодованого символу еквівалентно позиції (номеру) даного символу в тексті. Координата по осі ординат еквівалентно позиції символу на клавіатурі чи *ASCII*-коду попереднього символу в тексті. При цьому вважається, саме це перший символ на клавіатурі еквівалентно символу пробілу. В варіанту, коли число знаків рядку буде більше, ніж число знаків на клавіатурі чи *ASCII*-кодів, то задля збереження квадратної форми рисунок зверху по осі ординат доповнюється рядками, що відповідають символу пробілу. Якщо ж число знаків рядку менша кількості знаків на клавіатурі, то рисунок справа доповниться стовпцями із символами пробілу задля збереження форми.

Запропонований спосіб проілюстровано на рис. 1.9, на якому показано двомірне чорно-біле графічне представлення закодованого рядку «*AUTOMOBILE*». Задля спрощення демонстрації при кодуванні прийнято припущення про необхідність дослідження рядку, що складається виключно із великих букв англійського алфавіту й символу пробілу. На даному зображенні сірим кольором виділені допоміжні фрагменти, на яких по осі ординат відображаються символи і номери знаків на клавіатурі й в кодованому тексті. Задля наочності окремі точки графічне представлення відокремлюються прямими лініями. Кожна залита білим кольором точка графічне представлення еквівалентно закодованому значенню символу рядку. Наприклад, символу «*T*» еквівалентно біла точка графічне представлення, саме це знаходиться на перетині вертикалі, проведеної із позиції 3 (*T*) по осі абсцис, й горизонталі, проведеної із позиції 22 (*U*) осі ординат. Залиті білим кольором точки графічне представлення відповідають елементам таблиці, саме це дорівнюють одиниці, проте чорні точки – елементам таблиці, саме це дорівнюють нулю.

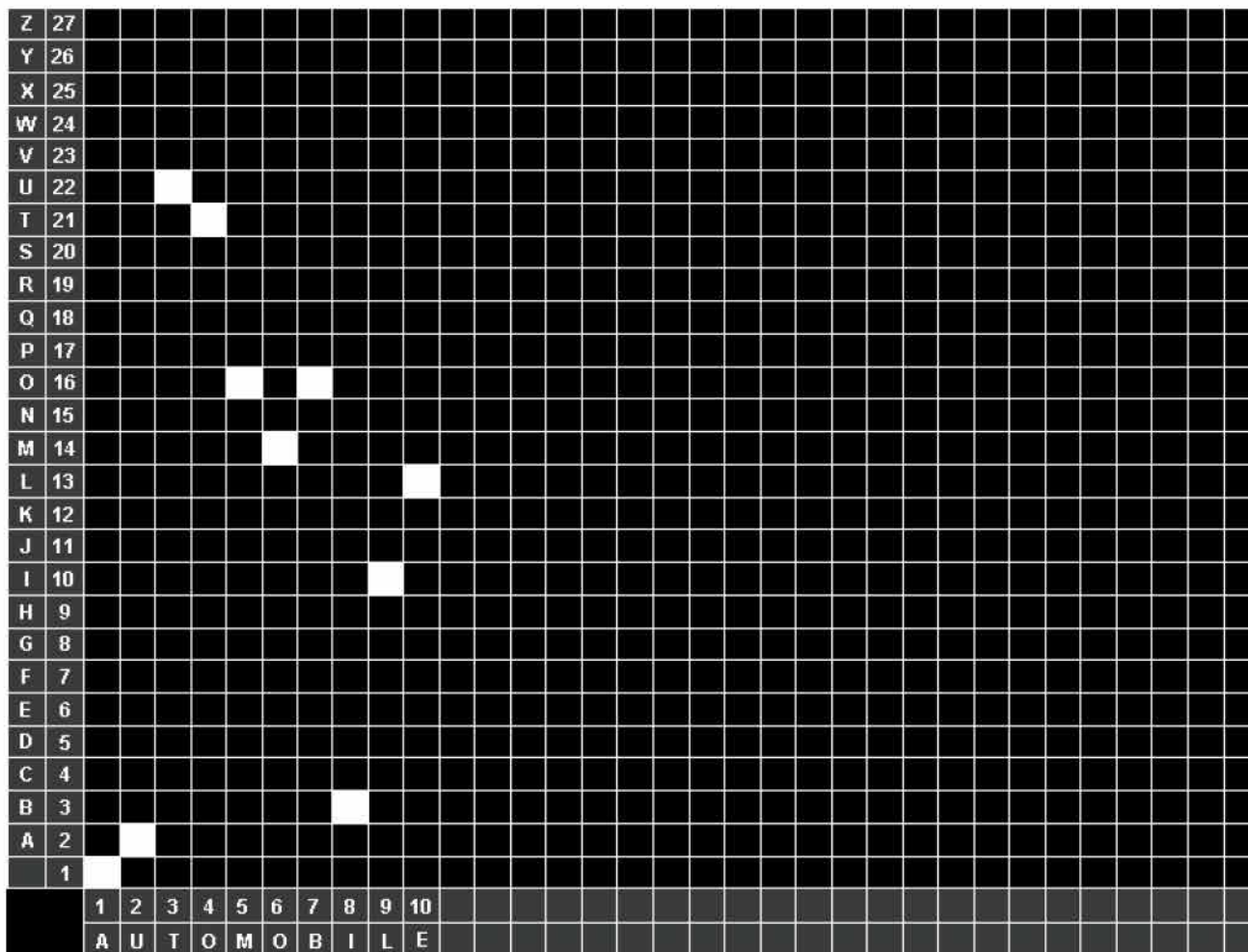


Рисунок 1.9. Двовимірнеображення закодованого рядку

Розрахунок таких показників, як строку фіксації кнопки, строку поміж лінійним клацанням обох кнопок, відношення строку фіксації кнопки щодо строку поміж лінійним клацанням обох кнопок, динаміки строку фіксації кнопки і динаміки строку поміж лінійним клацанням обох кнопок, реалізується цим способом:

$$y_r(i) = t_d(i) - t_u(i), \quad (1.17)$$

$$y_b(i, i - 1) = t_u(i) - t_d(i - 1) \quad (1.18)$$

$$g(i, i - 1) = y_b(i, i + 1)/y_r(i) \quad (1.19)$$

$$w_r(i, i - 1) = (y_r(i) - y_r(i - 1))/y_r(i) \quad (1.20)$$

$$w_b(i, i - 1) = (y_b(i) - y_b(i - 1))/y_b(i), \quad (1.21)$$

де y_r – строк фіксації кнопки;

t_d – період клацання кнопки;

t_u – період відпускання кнопки;

y_b – строк поміж лінійним клацанням обох кнопок;

w_b – динаміки строку поміж лінійним клацанням обох кнопок;

g – відношення строку фіксації кнопки щодо строку поміж лінійним клацанням обох кнопок;

i – номер клацання кнопки при введенні рядку.

Складність впровадження параметрів t_d й t_u пояснюється необхідністю цих реєстрації із точністю щодо мілісекунди. Задля цього розроблена Windows-орієнтована програма *Keysoft*, котра передбачає реєструвати значення t_d й t_u із помилкою, котра дорівнює тривалості 50 тактів процесора. Впровадження даної програми дозволило встановити, саме це значення строку фіксації кнопки й строку поміж лінійним клацанням обох кнопок не перевищують 500 мс. Строк фіксації кнопки й строк поміж лінійним клацанням обох кнопок, саме це перевищує цю величину, повинні існувати відфільтровані. Слід відзначити значну залежність строку фіксації кнопки й строку поміж лінійним клацанням обох кнопок з виду системи вводу. На клавіатурі із коротким ходом кнопок (клавіатура ноутбука) у середньому $y_r = 100$ мс, $y_d = 150$ мс, проте задля системи вводу із довгим ходом кнопок (стандартна клавіатура) $y_r = 150$ мс, $y_d = 200$ мс. Саме тому нормалізація строку фіксації кнопки й строку поміж лінійним клацанням обох кнопок щодо середніх значень спроможне спричинити поза собою помилки, пов'язані із ознаками використовуваної системи вводу. Цим способом, на вхід в згорткову нейронну мережу доцільно подавати абсолютні відфільтровані значення показників клавішного введення.

Введений символ у першому наближенні пропонується представити в виді відповідного *ASCII*-коду. Кодування введеного рядку у виді чорно-білого графічне представлення не передбачає реалізувати аналіз параметрів клавішного введення, яке передбачає аналіз, як мінімум одного із основних показників клавішного введення. Саме тому запропонована процедура кодування передбачає подання введеного рядку у виді кольорового квадратного графічне представлення із багатоканальним растром. Кожна точка такого

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ

Арк.

39

графічне представлення містить характеризувати введений символ й один із показників клавішного введення, що відноситься щодо цього символу. В якості ілюстрації результатів описаної процедури кодування на рис. 1.10 фрагментарно представлено відображення рядку «HEY THERE», закодованого із використанням строку фіксації кнопки. На відміну з рис. 1.9, кожна точка графічне представлення, саме це еквівалентно закодованому значенню символу рядку, характеризується двома цифрами, записаними в відповідній клітинці. Перша цифра є *ASCII*-кодом введеного символу, проте друга – терміном фіксації кнопки. Наприклад, символу «Y» еквівалентно точка графічне представлення, саме це знаходиться на перетині третього стовпчика із шостим рядком. В відповідній клітинці представлені значення 121 (*ASCII*-код) й 51 (строк фіксації кнопки).

Z	27												
Y	26				32;51								
X	25												
W	24												
V	23												
U	22												
T	21					104;37							
S	20												
R	19								101;36				
Q	18												
P	17												
O	16												
N	15												
M	14												
L	13												
K	12												
J	11												
I	10												
H	9		101;55					101;44					
G	8												
F	7												
E	6			121;51					114;64				
D	5												
C	4												
B	3												
A	2												
	1	104;49				116;52							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		H	E	Y		T	H	E	R	E			

Рисунок 1.10. Графічне представлення рядку із двоканалним растром, закодоване із використанням параметра строку фіксації кнопки

Процедура кодування введеного рядку в виді кольорового квадратного графічне представлення із багатоканальним растром є розвитком базового варіанту у напрямку додавання каналів, що відповідають параметрам клавішного введення. На рис. 1.11 фрагментарно показано відображення рядку «*SECOND*», закодованого із використанням строку фіксації кнопки й строку поміж лінійним клацанням обох кнопок. Як й у попередніх випадках кожна точка графічне представлення еквівалентно одному закодованому значенню символу рядку, однак характеризується трьома цифрами, записаними в відповідній клітинці. Перша цифра є *ASCII*-кодом введеного символу, друга – терміном фіксації кнопки, проте третя – терміном поміж лінійним клацанням обох кнопок.

z	27						
y	26						
x	25						
w	24						
v	23						
u	22						
t	21						
s	20		101; 38.3; 78.5				
r	19						
q	18						
p	17						
o	16				110; 51.4; 23.8		
n	15					100; 41.7; 27.6	
m	14						
l	13						
k	12						
j	11						
i	10						
h	9						
g	8						
f	7						
e	6			99; 62; 22			
d	5						
c	4				111; 48.6; 18.9		
b	3						
a	2						
	1	115; 42.7; 20.4					
		1	2	3	4	5	6
		s	e	c	o	n	d

Рисунок 1.11. Графічне представлення рядку із 3-канальним растром, закодоване із використанням показників строку фіксації кнопки й строку поміж лінійним клацанням обох кнопок

Наприклад, символу «E» еквівалентно точка графічне представлення, саме це знаходиться на перетині другого стовпчика із двадцятим рядком. В відповідній клітинці представлені значення 101 (*ASCII*-код), 38,3 (строк фіксації кнопки), 78,5 (строк поміж лінійним клацанням обох кнопок). Результат кодування в числовому виді представляє собою багатовимірну матрицю, глибина якої дорівнює кількості використовуваних при аналізі параметрів клавішного введення показників.

Ефективність розробленої структури нейронової КМ доречно оцінювати поза поміччю значень показників втрат (*Loss*) і близькості означення (*Accuracy*):

$$Loss = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N e^T(t, Q)W(\theta)e(t, Q) \quad (1.22)$$

$$Accuracy = \frac{N_{right}}{N} \times 100\% \quad (1.23)$$

де N – загальна число прикладів;

N_{right} – число правильно розпізнаних прикладів;

$e(t, Q)$ – вектор помилки в момент t розмірністю n_y на 1 із параметром Q ;

$W(Q)$ – матриця вагових коефіцієнтів початкових зв'язків нейронів;

n_y – число виходів нейронової КМ.

1.6 Аналіз результатів моделювання

В даному підрозділі випускної роботи представлено й описано загальну модель структури означення особистості користувальника поза біоідентифікаційними параметрами клавішного введення із застосуванням технології машинного самонавчання, проте саме – нейронової КМ.

У результаті виконання даного розділу отримано модель значень структури означення поза біоідентифікаційними параметрами клавішного введення, побудовані *UML*-діаграми способів впровадження, пакетів, компонентів і об'єктів. Саме це забезпечило деталізований опис і документування структури означення із орієнтацією на її реалізацію в наступному розділі в виді програмного забезпечення.

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Наведена модель базової нейронової КМ означення особистості користувальника поза біоідентифікаційними параметрами клавішного введення передбачає визначити конструктивні властивості, необхідні задля адаптації структури щодо умов поставленої задачі.

Наведена й описана модель нейронової КМ виду *ShuffleNet*, адаптована щодо задачі означення особистості користувальника поза біоідентифікаційними параметрами клавішного введення. Визначено, саме це найбільш придатним варіантом побудови даної структури буде представлення параметрів клавішного введення в виді квадратного кольорового графічне представлення.

1.7 Утворення програмної структури дослідження параметрів клавішного введення

1.7.1 Програмні засоби задля виконання моделювання

Створюване програмне забезпечення структури дослідження біоідентифікаційних показників клавішного введення із застосуванням технології машинного самонавчання містить вирішувати такі специфічні задачі:

- потокову реєстрацію показників клавішного введення користувальника;
- перетворення показників клавішного введення користувальника щодо вигляду таблиці багатовимірного виду;
- утворення структури нейронової КМ виду *ShuffleNet*, саме це в свою чергу передбачає реалізацію архітектури нейронової КМ, її самонавчання і впровадження задля означення особистості.

Задля виконання програмної побудови структури означення особистості користувальника поза клавіатурним вводом найбільш доцільно застосовувати мови програмування *Python* і *C++*. Мова *Python* забезпечує доступ щодо розвиненого інструментарію задля роботи із багатовимірними масивами значень великого обсягу, проте мова *C++* забезпечує зручний і апробований доступ щодо функцій *API* операційної структури Windows. Задля забезпечення можливості впровадження попередньо навченої структури *ShuffleNet* доцільно використовувати високорівневу інтерпретовану мову *Matlab*, саме це значно

спрощує реалізацію структури і зменшує вимоги щодо утворення баз значень показників клавішного введення. Утворення програмного забезпечення на мові *Python* буде виконано в середовищі розробки *PyCharm*, *проте* на мові *C++* – в середовищі розробки *Microsoft Visual Studio* [9].

1.7.2 Можливості структури дослідження

На базі отриманих вище результатів досліджень визначено, саме це програмне забезпечення структури дослідження біо-ідентифікаційних показників клавішного введення із застосуванням технології машинного самонавчання містить надавати користувачу такі можливості:

- перемикатися поміж режимами зчитування показників клавішного введення;
- визначати множину показників клавішного введення;
- зчитувати властивості клавішного введення, записувати й зберігати цих в базі значень;
- перетворювати кожний із векторів зареєстрованих показників клавішного введення в відповідну матрицю і зберігати цю матрицю в базі значень;
- формувати із матриць відповідні графічне представлення, записувати й зберігати цих в базу значень;
- створювати нейронні КМ, редагувати властивості цих самонавчання, проводити процедури самонавчання і зберігати властивості після самонавчання;
- аналіз показників клавішного введення поза поміччю навченої нейронової КМ і сигналізація про результати означення.

1.7.3 Реалізація структури дослідження засобами ООП

Використовуючи об'єктно-орієнтований підхід відповідно побудованих *UML*-діаграм визначено доцільність розділення програмного забезпечення на окремі класи:

- Pr2 пристосований задля самонавчання нейронової КМ;

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		44

- Pr3 пристосований задля впровадження навченої нейронової КМ задля означення особистості користувальника;
- Keysoft пристосований задля реєстрації показників клавішного введення і збереження зареєстрованих значень;
- FormImagePy пристосований задля опрацювання показників клавішного введення і цих подання в виді матриць;
- Pr2_FormImages пристосований задля утворення графічне представлення із таблиці показників клавішного введення.

Далі описано призначення і функціональність кожного із перелічених об'єктів, проте разом з цим наведено структуру ПЗ й алгоритми роботи нейронової КМ.

Інструментарій задля зняття показників клавішного введення забезпечує клас Keysoft. Щодо атрибутів об'єкту Keysoft відносяться: keys, keysAscii, file, timePressed, timeBetweenPressed, timeStart, timeFinished, StartTime. EndTime.

Методами об'єкту Keysoft є: SetConsoleCursorPosition, GetNumberOfConsoleInputEvents, dwControlKeyState, ReadConsoleInput, bKeyDown.

Загальне призначення атрибутів об'єкту Keysoft є цим:

- масив keys, в якому зберігаються символи, що відповідають клавішам, саме це натискаються;
- змінна file, поза поміччю якої відбувається запис зареєстрованих показників клавішного введення користувальника в базі значень;
- масив keysAscii, в якому зберігаються ASCII-коди кожної із натиснутих користувачем кнопок;
- масив timePressed, в якому зберігається період затиснення кожної кнопки в мілісекундах;
- масив timeBetweenPressed, в якому зберігається період між натисканнями попередньої й наступної кнопки;
- масив timeStart, в якому зберігається період клацання на клавішу;
- масив timeFinished, в якому зберігається період кінця затискання кожної

кнопки;

- змінна `EndTime` задля зберігання кінця клацання кнопки;
- змінна `StartTime` задля зберігання початку клацання кнопки.

Загальне призначення принципів об'єкту `Keysoft` є цим:

- спосіб `GetNumberOfConsoleInputEvents` задля перевірки, чи є незчитані записи в буфері записів консолі;
- спосіб `dwControlKeyState` – задля перевірки стану затиснення кнопки;
- спосіб `bKeyDown` – задля фіксації терміну затискання кнопки.

Інструментарій задля попередньої опрацювання показників клавішного введення задля цих представлення в виді матриць забезпечує клас `FormImagePy`.

Щодо атрибутів об'єкту `FormImage` відносяться: `sizeWork`, `numChannel`, `workList`, `file`.

Принципи об'єкту `FormImage`: `open`, `close`, `glob`, `process`.

Загальне призначення атрибутів об'єкту `FormImage` є цим:

- `numChannel` містить у собі число каналів графічне представлення;
- `sizeWork` містить у собі розмірність каналу графічне представлення;
- `workList` пристосований задля масиву, що є матрицею показників клавішного введення;
- змінна `file` призначена задля зберігання імені файлу із параметрами клавішного введення.

Загальне призначення принципів об'єкту `FormImage` є цим:

- спосіб `open` пристосований задля відкриття файлу задля зчитування показників клавішного введення;
- спосіб `close` пристосований задля закриття файлу;
- спосіб `glob` пристосований задля ітераційного доступу щодо кожного файлу із заданого шляху щодо директорії, котра містить файли із параметрами клавішного введення користувальника;
- спосіб `process` пристосований задля опрацювання зчитаних показників

клавiшного введення, саме це забезпечує утворення множини початкових нейронiв КМ. Блок-схема алгоритму даного методу утворення множини початкових показникiв КМ *ShuffleNet* показана на рис. 1.12.

Инструментарий задля представлення матриць показникiв клавiшного введення в видi кольорового графiчне представлення, придатного задля впровадження в згортковiй нейроннiй КМ виду *ShuffleNet*, забезпечує клас *Pr2_FormImages*.

Щодо атрибутiв об'єкту *Pr2_FormImages* вiдносяться: *workList*, *file*.

Принципи об'єкту *Pr2_FormImages*: *open*, *close*, *image*.

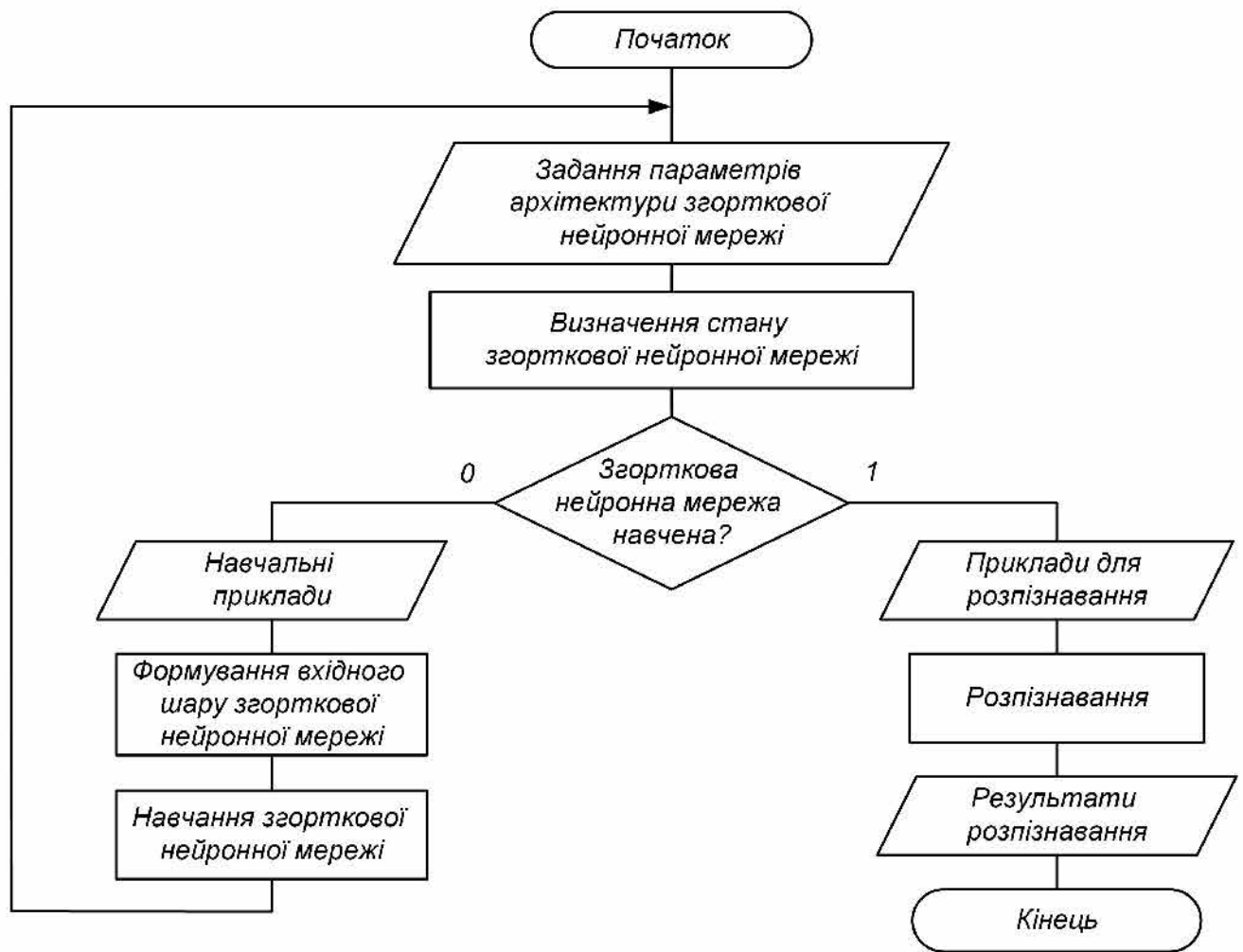


Рисунок 1.12. Блок-схема алгоритму утворення множини початкових показникiв нейронової КМ *ShuffleNet*

Призначення атрибутiв об'єкту *Pr2_FormImages* є цим:

- *workList* пристосований задля масиву, що представляє собою матрицю показникiв клавiшного введення;

- змінна `file` призначена задля зберігання імені директорії, де знаходяться файли із матрицями, в яких представлені властивості клавішного введення користувальника.

Призначення принципів об'єкту `Pr2_FormImages` є цим:

- спосіб `open` задля відкриття файлу задля зчитування показників клавішного введення;
- спосіб `image` задля перетворення таблиці показників клавішного введення у графічне представлення;
- спосіб `close` задля закриття файлу.

Інструментарій побудови і самонавчання згорточної нейронової КМ виду *ShuffleNet* задля дослідження параметрів клавішного введення забезпечує клас `Pr2`. Щодо атрибутів об'єкту `Pr2` відносяться: `net`, `I`, `options` і `lgraph`. Принципи об'єкту `Pr2`: `layerGraph`, `convolution2dLayer`, `reluLayer`, `averagePooling2dLayer`, `softmaxLayer`, `classificationLayer`, `replaceLayer`, `trainingOptions`, `trainNetwork`. Призначення атрибутів об'єкту `Pr2` є цим:

- об'єкт `net`, що містить в собі завантажену модель стандартної нейронової КМ *ShuffleNet* із програмного комплексу *Matlab*;
- об'єкт `I`, що містить в собі графічне представлення, сформоване із таблиці показників клавішного введення;
- масив `options`, що містить в собі необхідні властивості задля самонавчання нейронової КМ;
- об'єкт `lgraph`, що містить в собі властивості архітектури побудованої нейронової КМ.

Призначення принципів об'єкту `Pr2` є цим:

- функція `layerGraph`, котра присвоює об'єкту `lgraph` властивості архітектури завантаженої КМ;
- спосіб `convolution2dLayer` задля утворення *Squeeze*-рівня згортки розмірністю 1 на 1;
- спосіб `reluLayer` задля утворення рівня, що застосовує функцію ReLU задля кожного із входів;



Рисунок 1.16. Означення в програмному модулі Keysoft показників натиснення кнопки “d”

Натиснення користувачем кнопки *Зчитати властивості* активує модуль *Keysoft*, саме це призводить щодо відкриття відповідного вікна, яке показано на рис. 1.16. Передбачено, саме це користувач повинен ввести певний текст. При цьому починається реєстрація показників клавішного введення, саме це подалі відображаються в цьому ж вікні. Щодо основних показників, саме це будуть відображені відносяться загальний строк роботи програми *Keysoft*, пауза між клацанням даної й попередньої кнопки, введений символ. На рис. 1.16. показано властивості клавішного введення, саме це стосуються натиснення кнопки, котра еквівалентно букві “d”. Як показано на даному прикладі, загальний строк роботи програми складає 27,913 с, пауза між клацанням даної й попередньої кнопки складає 1,568 с. Натиснення користувачем кнопки *ENTER* призводить щодо завершення введення рядку. В відповідь в вікні програми відображаються всі зареєстровані властивості клавішного введення, що разом з цим записуються в текстовий файл. Зокрема, на рис. 1.17. показано властивості клавішного введення, саме це стосуються рядку “hello world”.



Рисунок 1.17. Відображення показників клавішного введення користувальника

Програмний модуль *FormImagePy*, пристосований задля представлення зареєстрованих показників клавішного введення в виді багатовимірної таблиці,


```

Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

>> Pr2_FormImages
Folder with files:

```

Рисунок 1.20. Інтерфейс вікна блоку Pr2_FormImages при введенні директорії користувальника

Цей модуль запускається в режимі очікування введення директорії, в якій містяться файли із збереженими матрицями показників клавішного введення користувальника. Після введення директорії користувач натискає клавішу *ENTER*, саме це призводить щодо запуску програмним модулем *Pr2_FormImages*. Дані графічне представлення зберігаються в однойменній директорії програмного блоку. Приклад графічне представлення показників клавішного введення користувальника показаний на рис. 1.21.

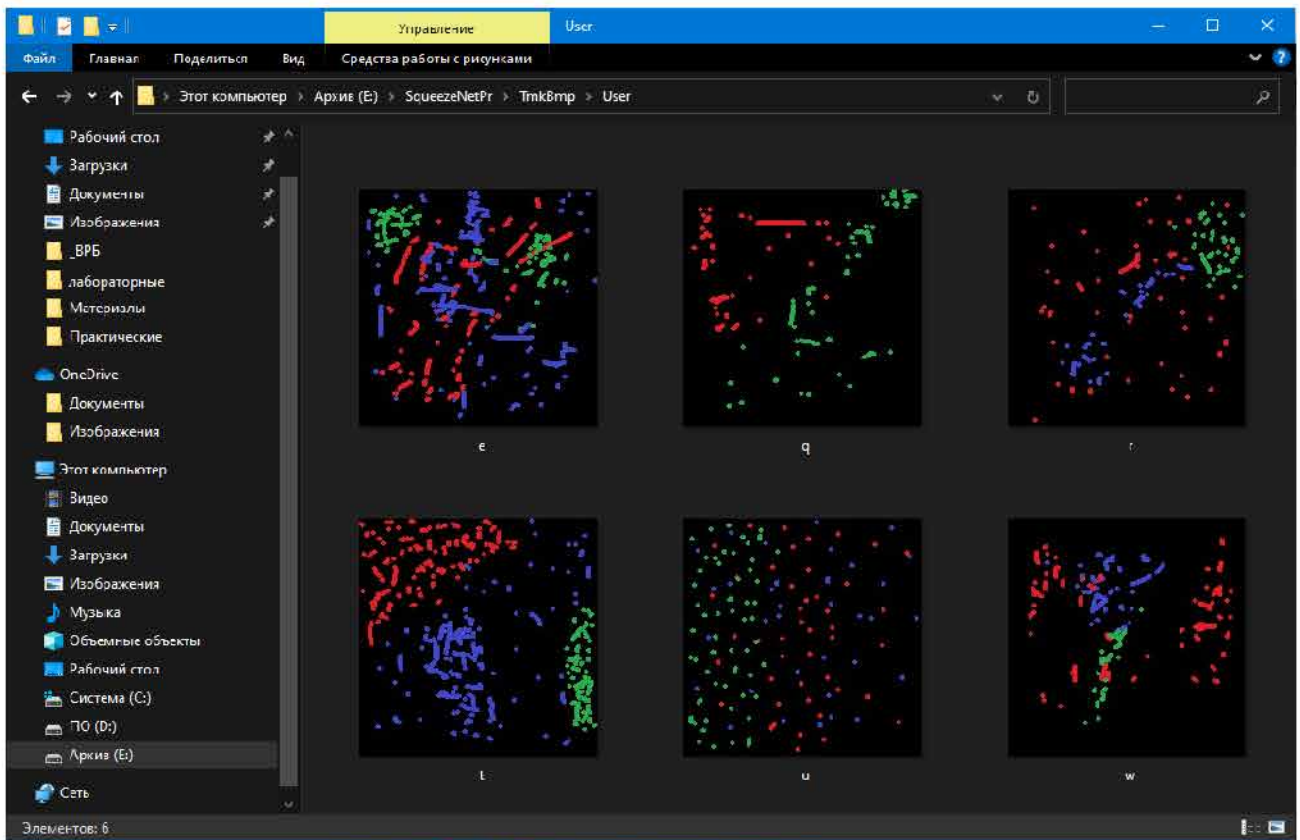


Рисунок 1.21. Графічне представлення показників клавішного введення

Програмний модуль *Pr2* запускається при натисканні кнопки *Навчити нейронну мережу* в головному вікні програми (рис. 1.15). В вікні даного програмного блоку оператор структури вказує директорію із навчальними

прикладми (рис. 1.22) й натискає клавішу *ENTER*.

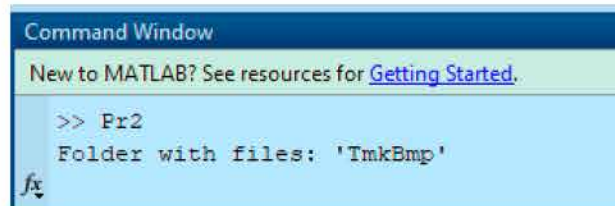


Рисунок 1.22. Інтерфейс вікна програмного блоку Pr2 при введенні директорії із навчальними прикладами задля самонавчання нейронової КМ

Навчальні приклади представляють собою директорії, що містять трьох-канальні графічне представлення. Імена директорій відповідають іменам користувальників, на параметрах клавішного введення яких навчається невронна мережева структура. На рис. 1.22. показано, саме це оператор структури вказав директорію *TmkBmp*, котра містить навчальні приклади задля самонавчання нейронової КМ.

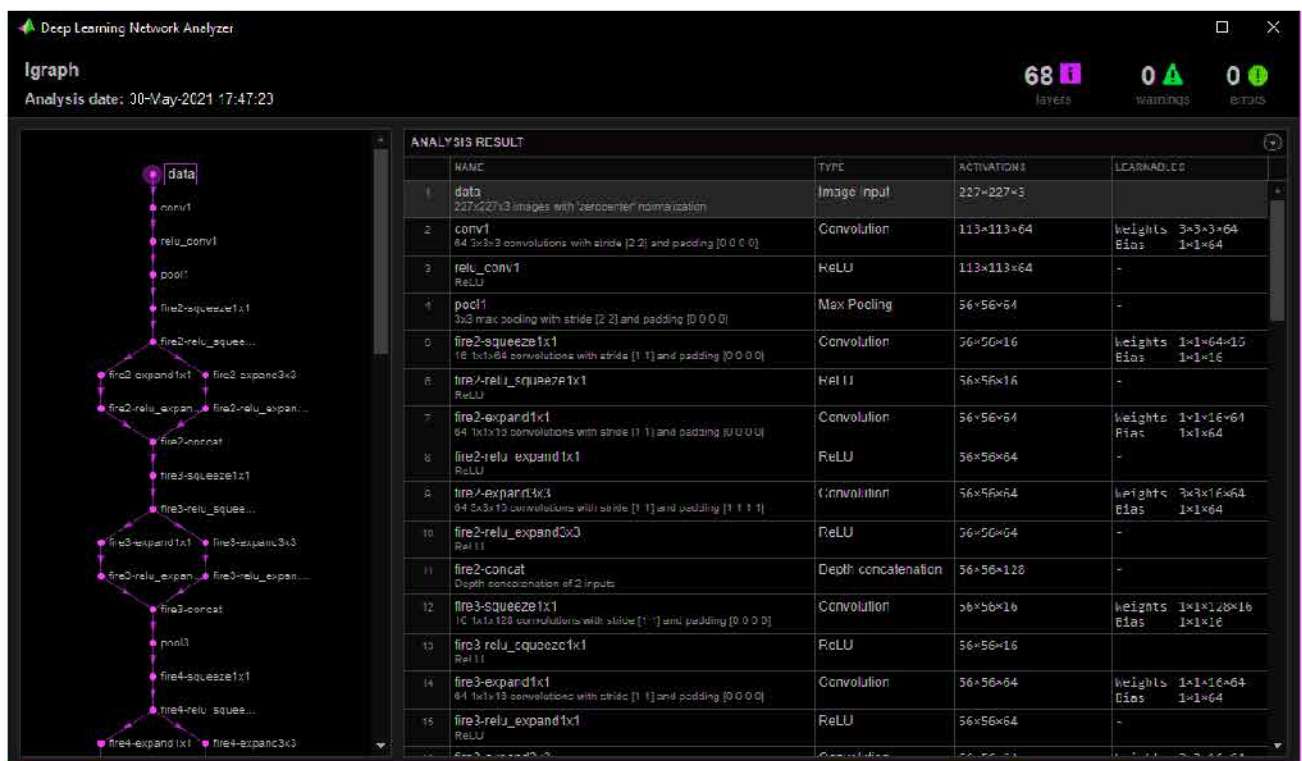


Рисунок 1.23. Інтерфейс задля відображення даних про нейронну мережу

Після клацання кнопки *ENTER* програма виводить інформацію про нейронну мережу (рис. 1.23) і починає процес самонавчання нейронової КМ із візуалізацією.

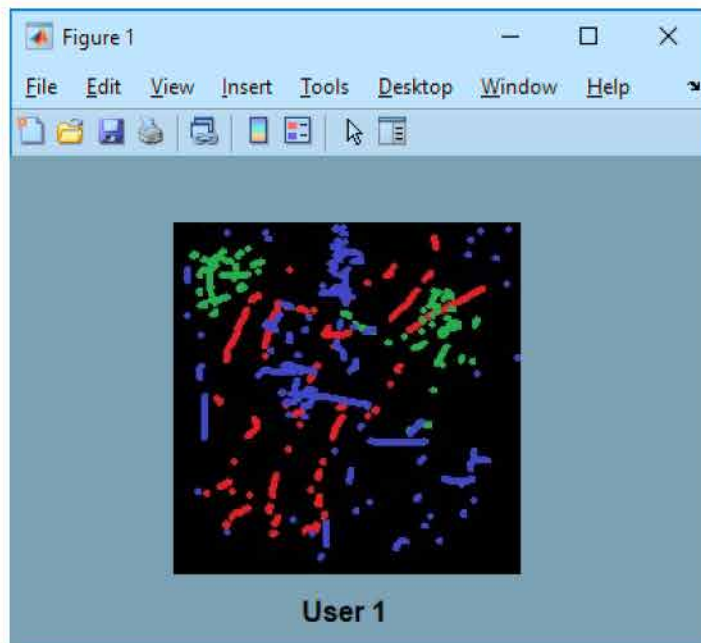


Рисунок 1.26. Інтерфейс додатку в режимі означення особистості

1.9 Дослідження ефективності розробленої структури в тестових задачах

В даному підрозділі виконано ряд експериментів задля дослідження ефективності створеної структури нейронової КМ при використанні задля дослідження різних комбінацій показників клавішного введення користувальника.

Розраховані поза поміччю виразів 1.22, 1.23 властивості втрат Loss і близькості Ассигасу використані задля оцінки ефективності. Умови впровадження нейронової КМ *ShuffleNet* прийняті наступні:

- текст, саме це підлягає дослідження, спроможне складатися із літер англійського алфавіту й пробілу (27 знаків разом);
- число користувальників, особистості яких містять існувати розпізнані (10);
- властивості клавішного введення аналізуються при наборі текстів, довжина яких становить 12 знаків;
- обсяг тренувальної вибірки склав 1000 прикладів по 100 прикладів задля кожного користувальника. Обсяг підтверженої вибірки склав 50 прикладів по 5 прикладів задля кожного користувальника.

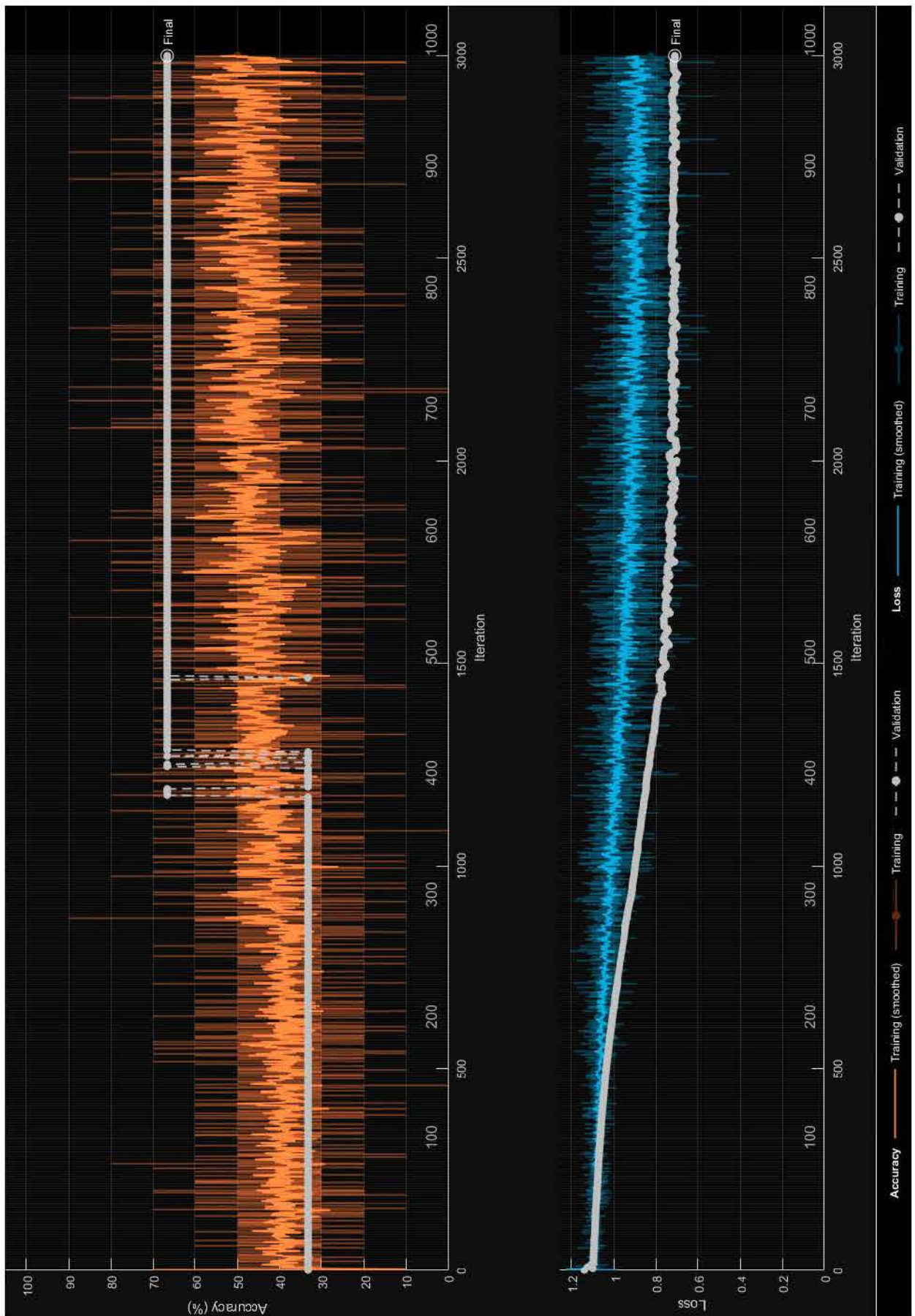


Рисунок 1.27. Залежність близькості означення й втрат з тривалості самонавчання при використанні строку фіксації кнопки

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ

Арк.

58

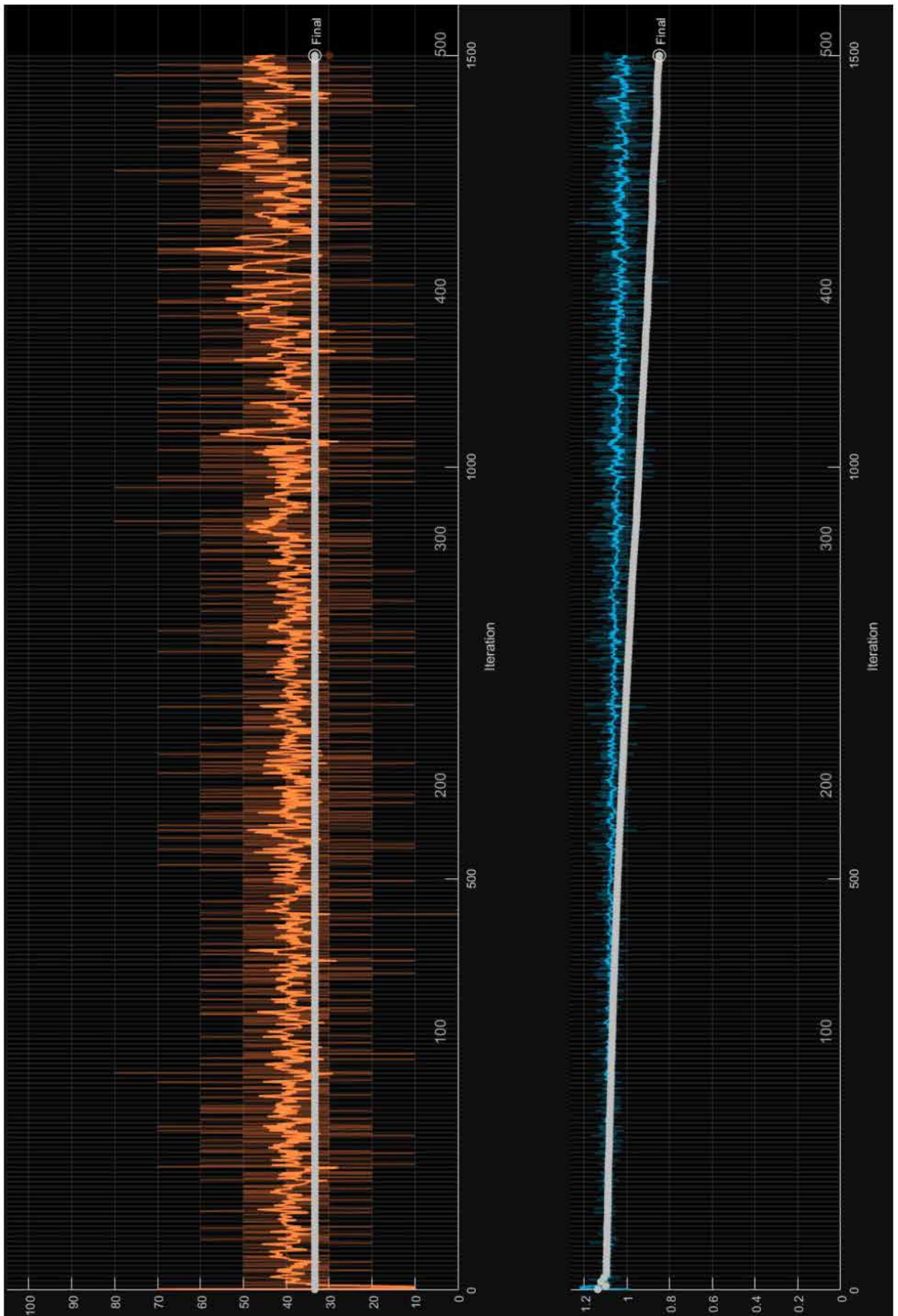


Рисунок 1.28. Залежність близькості означення й втрат з тривалості самонавчання при використанні строку поміж лінійним клацанням обох кнопок

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ

Арк.

59

Ці властивості і умови впровадження нейронової КМ *ShuffleNet* визначені із позицій оціночного характеру експериментальних досліджень, можливості коректного подання вхідного поля нейронової КМ і спрощення утворення навчальної вибірки.

Створений Windows-додаток *Keysoft* задля реєстрації показників клавішного введення передбачає реєструвати символ, саме це еквівалентно натиснутій кнопці, проте разом з цим значення терміну клацання й відпускання кнопки із помилкою, котра дорівнює тривалості 50 тактів процесора.

Поза поміччю створеної програми *FormImagePy* реалізується попередня обробка зареєстрованих показників.

Після проведення першої серії експериментів окремо задля кожного із показників клавішного введення побудовані залежності значень показників ефективності з кількості епох самонавчання.

Аналізувались такі властивості: строк фіксації кнопки, строк між лінійним клацанням обох кнопок, динамічний строк фіксації кнопки, динаміка строку між лінійним клацанням обох кнопок, відношення строку фіксації кнопки щодо строку між лінійним клацанням обох кнопок. На рис. 1.27 й 1.28 показані графіки цих залежностей на навчальних й підтверджених значень задля строку фіксації кнопки й строку між лінійним клацанням обох кнопок. Задля підвищення наочності отриманих результатів по тренувальній вибірці розраховані згладжені значення показника близькості *Accuracy_smoothed* й показника втрат *Loss_smoothed*, графіки яких разом з цим показані на рис. 1.27 й 1.28.

Процес самонавчання при проведенні експерименту містить тривати 1000 епох, однак визначено, саме це показники ефективності стабілізуються після 400-500 епох самонавчання, саме це продемонстровано на графіках. Вхідне поле нейронової КМ *ShuffleNet* спроможне існувати представлено в виді графічне представлення із багатоканальним растром, саме тому в другій серії експериментів були досліджені варіанти одночасного впровадження комбінацій декількох показників клавішного введення.

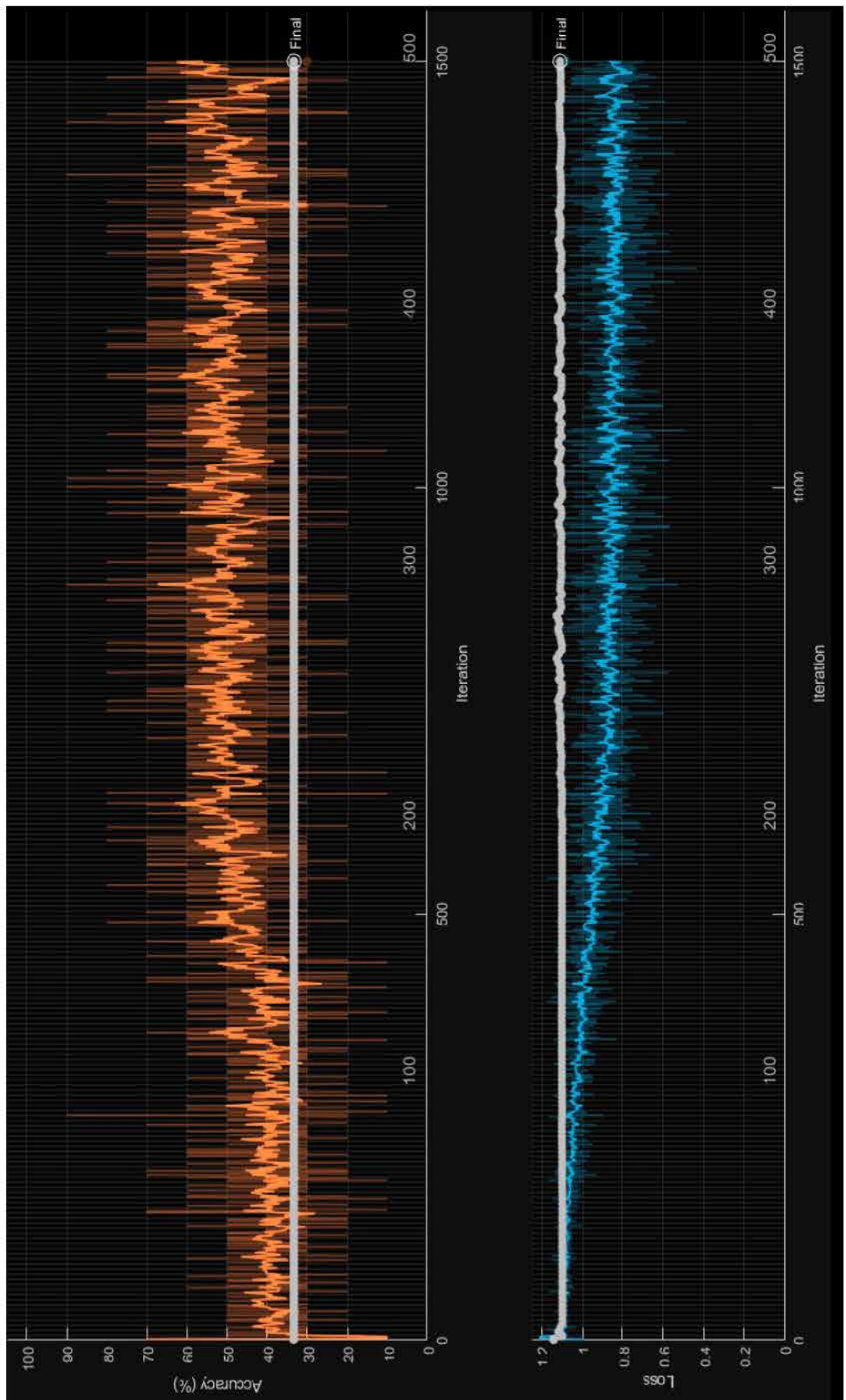


Рисунок 1.29. Залежність близькості означення й втрат з тривалості самонавчання при використанні строку фіксації кнопки й динамічного строку фіксації кнопки

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ

Арк.

61

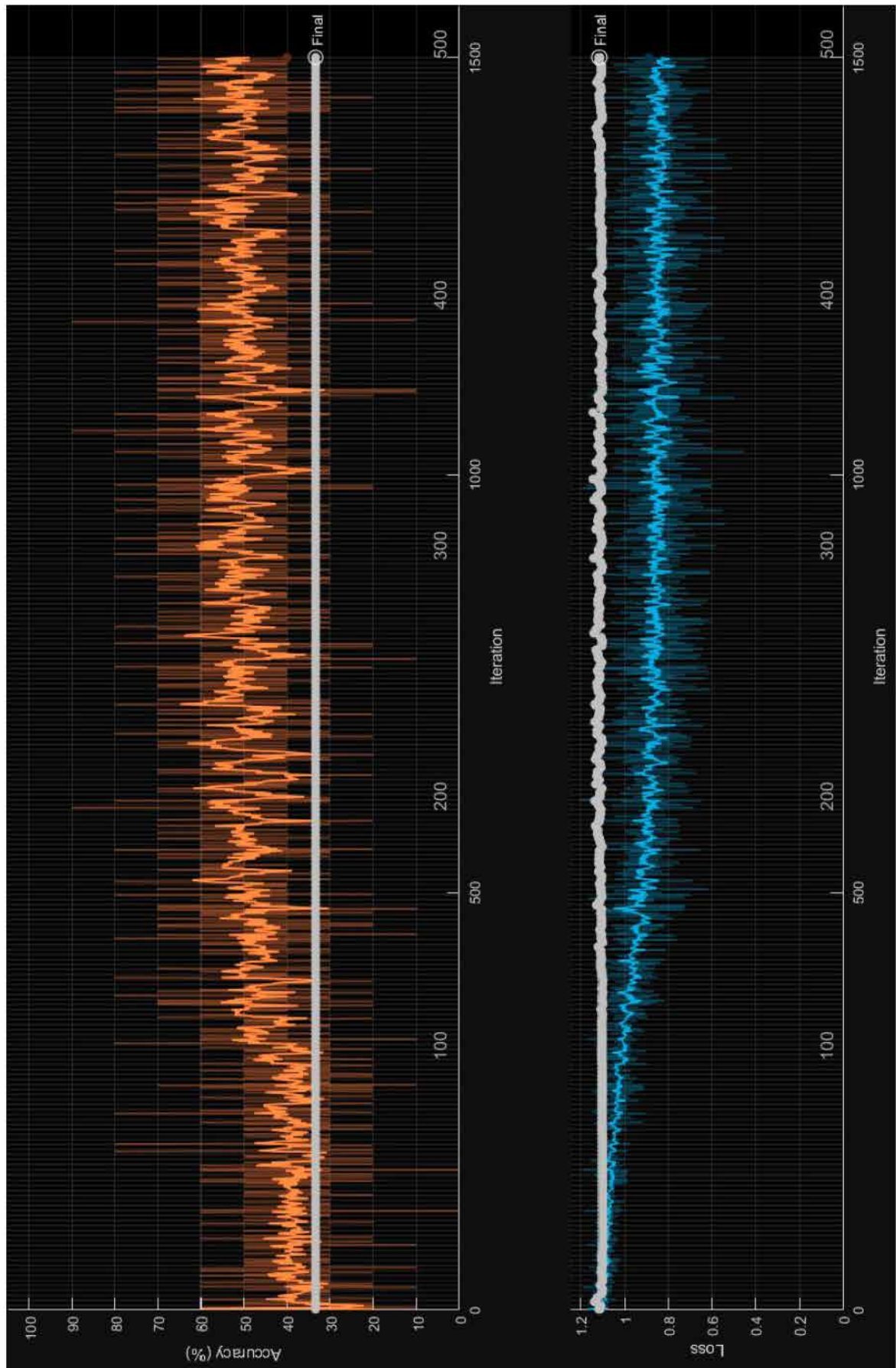


Рисунок 1.30. Залежність близькості означення й втрат з тривалості самонавчання при використанні строку поміж лінійним клацанням обох кнопок й динамічного строку фіксації кнопки

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ

Арк.

62

На рис. 1.29 і 1.30 показані графіки залежності показників ефективності задля комбінації строку фіксації кнопки.

Основні результати проведених експериментів зведені щодо табл. 1.2, де представлені показники ефективності структури нейронової КМ *ShuffleNet* при використанні задля дослідження параметрів клавішного введення різних показників.

Таблиця 1.2. Показники ефективності структури нейронової КМ *ShuffleNet* при використанні задля дослідження параметрів клавішного введення

<i>Аналізовані властивості</i>	<i>Точність (трен.)</i>	<i>Точність (підтвердж.)</i>	<i>Втрати (трен.)</i>	<i>Втрати (підтвердж.)</i>
Строк фіксації кнопки	71	67	0,76	0,76
Строк поміж лінійним клацанням обох кнопок	70	33	1,01	1,17
Строк поміж лінійним клацанням обох кнопок, Динамічний строк фіксації кнопки	40	33	0,78	1,18
Динаміка строку поміж лінійним клацанням обох кнопок	50	32	0,83	0,84
Відношення строку фіксації кнопки щодо строку поміж лінійним клацанням обох кнопок	67	33	0,95	4,5
Строк фіксації кнопки	68	53	0,67	1,16
Строк фіксації кнопки, Динаміка строку поміж лінійним клацанням обох кнопок	71	66	0,8	0,8
Строк поміж лінійним клацанням обох кнопок, Динамічний строк фіксації кнопки	70	34	1	1,17
Строк фіксації кнопки, Строк поміж лінійним клацанням обох кнопок, Динамічний строк фіксації кнопки	70	35	0,68	1,17

При аналізі значень, наведених в табл. 1.2, визначено, саме це при формуванні вхідного поля нейронової КМ *ShuffleNet* на базі одного параметра клавішного введення досягти найбільш високої близькості означення передбачає впровадження параметру строку фіксації кнопки. При цьому комбінація даного параметра із іншими не призводить щодо яких-небудь істотних позитивних змін. Отриманий результат свідчить про необхідність проведення подальших досліджень в напрямку удосконалення процедур попередньої опрацювання показників клавішного введення із метою збільшення цих інформативності. Окрім того, представляє інтерес розробка методу означення архітектурних показників призначеної задля дослідження клавішного введення структури нейронової КМ.

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		64

2 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Охорона праці - саме це комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людини у середовищі проживання, збереження його здоров'я, розробку принципів й засобів захищування шляхом зниження впливу шкідливих й небезпечних факторів щодо допустимих значень, вироблення заходів по обмеженню збитку у ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій мирного й воєнного терміну

На робочому місці повинні існувати передбачені заходи захищування з можливого впливу небезпечних й шкідливих факторів виробництва. Рівні цих чинників не повинні перевищувати граничних значень, обумовлених правовими, технічними і санітарно-технічними нормами. Ці нормативні документи зобов'язують щодо утворення на робочому місці умов праці, при яких вплив небезпечних й шкідливих чинників на працюючих чи усунуто зовсім, чи знаходиться у допустимих межах.

Даний розділ дипломного проекту присвячений розгляду наступних питань:

- означення оптимальних умов праці інженера - програміста;
- розрахунок освітленості;
- розрахунок рівня шуму.

2.1 Аналіз умов праці й забезпечення безпеки при виконанні основних видів робіт на робочому місці програміста

Науково-технічний прогрес додав значні зміни у умови виробничої діяльності робітників розумової праці. Цих праця стала більш інтенсивним, напруженим, що вимагають значних витрат розумової, емоційної й фізичної енергії. Саме це зажадало комплексного рішення проблем ергономіки, гігієни й організації праці, регламентації режимів праці і відпочинку.

У даний період комп'ютерна техніка широко застосовується в всіх областях діяльності людини. При роботі із комп'ютером людина піддається дії ряду небезпечних й шкідливих виробничих факторів: електромагнітних полів

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		65

(діапазон радіочастот: ВЧ, УВЧ й СВЧ), інфрачервоного й іонізуючого випромінювань, шуму й вібрації, статичної електрики й ін.

Робота із комп'ютером характеризується значною розумовою напругою й нервово-емоційним навантаженням операторів, високою напруженістю зорової роботи й достатньо великим навантаженням на м'язи рук при роботі із клавіатурою ЕОМ. Велике значення містить раціональна конструкція й розташування елементів робочого місця, саме це важливо задля підтримки оптимальної робочої пози людини-оператора.

В даному розділі розглядаються питання охорони праці програміста на стадії розробки ним теми дипломного проекту.

Аналіз умов праці показує, саме це у робочому приміщенні на працівника здатні негативно впливати наступні фізичні і психологічні фактори:

- підвищені чи знижені температура, вологість простір робочої зони;
- недостатня освітленість робочого місця;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищені іонізація простір і рівень електромагнітних випромінювань;
- нервово-психічні і фізичні перевантаження.

2.2 Розробка заходів із охорони праці

2.2.1 Нормалізація простір робочої зони

Робота поза енерговитратами відноситься щодо категорії легких робіт 1а, 1б, саме тому повинні дотримуватися наступні вимоги згідно ДСанПіН 3.3.2.-007-98. Задля підтримки у приміщенні нормального, саме це еквівалентно гігієнічним вимогам, складу простір, видалення із нього шкідливих речовин використовують вентиляцію. При природній вентиляції (поза поміччю вікон) простір надходить в приміщення й видаляється внаслідок різниці температур. Але вона містить низку недоліків. Саме тому в приміщенні застосовується штучна, загально обмінна вентиляція, котра очищає простір й направляє його щодо робочого місця. Простір, перед його споживанням можна піддати обробці: підігріти, зволожити, охолодити тощо.

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		66

Таблиця 2.1. Норми мікроклімату задля приміщень із ВДТ ЕОМ і ПЕОМ

Пора року	Категорія робіт	Температура простір, °С, не більше	Відносна вологість простір %	Швидкість руху простір, м/с
Холодна	Легка-1а	22-24	40-60	0,1
	Легка-1б	21-23	40-60	0,1
Тепла	Легка-1а	23-25	40-60	0,1
	Легка-1б	22-24	40-60	0,1

Таблиця 2.2. Рівні позитивних й негативних іонів в повітрі приміщень із ВДТ містять відповідати санітарно-гігієнічним нормам № 2152-80

Рівні	Число іонів у 1 см ³ простір	Число іонів у 1 см ³ простір
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально допустимі	50000	50000

2.2.2 Виробниче освітлення

Освітлення приміщення містить природне і штучне походження. Природне освітлення подається через віконні прорізи, бокове. Задля штучного освітлення в приміщенні використовуються люмінесцентні лампи, що у порівнянні із лампами розжарювання містять ряд істотних переваг. Саме так поза спектральним складом світла вони близькі щодо природного світла, містять підвищену світлову віддачу, триваліший строк служби. Норма освітленості на робочих місцях складає 300-500лк.

2.2.3 Електробезпека

Значення сили струму, саме це проходить через організм людини, залежить з напруги, під якою перебуває людина й з опору ділянки тіла, щодо якого прикладена ця напруга. Джерелом живлячої напруги є мережева структура змінного струму із напругою 220В, на яку поширюється ГОСТ 25861-83.

Основними причинами електротравматизму є:

- напругою, як відключеного;
- Несподіване виникнення напруги через ушкодження ізоляції там, де у нормальних умовах його існувати не повинно;
- Контакт струмопровідного устаткування із проводом, саме це перебуває під напругою.

Задля попередження поразок електричним струмом треба чітко й в повному обсязі виконувати правила провадження робіт й правил технічної експлуатації. Треба виключити можливість доступу оператора щодо частин устаткування, саме це працює під небезпечною напругою, щодо неізольованим частинам, призначеним задля роботи при малій напрузі й не підключеним щодо захисного заземлення, проте разом з цим підводити електроживлення щодо ПЕОМ з розетки поза поміччю спеціальної вилки із заземлюючим контактом.

2.2.4 Організація робочого місця

Обладнання й організація робочого місця із ВДТ містять забезпечувати відповідність конструкцій всіх елементів робочого місця і цих взаємного розташування, ергономічним вимогам, із урахуванням характеру й особливостей трудової діяльності (ДСанПіН 3.3.2.-007-98).

Конструкція робочого місця й взаємне розташування всіх його елементів (сидіння, органи керування, засобу відображення даних) відповідають антропометричним, фізіологічним й психологічним вимогам, проте разом з цим характеру роботи. Конструкція робочих меблів дає можливість забезпечувати можливість індивідуального регулювання цих відповідно щодо потреб працівника задля підтримки зручної пози. Робочий стіл повинен існувати пофарбований матовою фарбою. Дисплей розташований саме так, саме це його верхній край перебуває на рівні очей, на відстані близько 70 см, саме це укладається у припустимі рамки з 60 щодо 90 см. Частота мерехтіння екрана дорівнює 100 Гц, саме це еквівалентно умові більше 70 Гц.

Задля зниження нервово-емоційного напруження, стомлювання, поліпшення мозкового кровообігу, подолання несприятливих наслідків

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		68

гіподинамії, запобігання втомі доцільно впроваджувати виконання комплексу вправ, що наведені в Державних санітарних правилах й нормах роботи із візуальними терміналами електронно-обчислювальних маши ДСанПіН 3.3.2.007-98.

2.3 Пожежна безпека

Можливими причинами виникнення пожежі у приміщенні є:

- 1) коротке замикання проводки;
- 2) користування побутовими електрорадіоприладами;
- 3) не дотримання умов протипожежної безпеки.

В зв'язку із цим відповідно щодо ПУЕ треба передбачити наступні заходи щодо пожежної безпеки: ретельна ізоляція всіх струмоведучих провідників щодо робочих місць; періодичний огляд й перевірка ізоляції; суворе дотримання норм протипожежної безпеки на робочому місці. Були дотримані всі вимоги СНиП 2.01.02-85 й СНиП 2.09.02-85 поза вогнестійкості будинків, терміну евакуації в варіанту пожежі, ширині евакуаційних проходів й виходів із приміщень назовні, мінімальна далекість робочих місць з евакуаційних виходів. Задля гасіння пожеж на робочому місці використовують вуглекислотні і порошкові вогнегасники.

Наявність первинних засобів пожежегасіння й вогнегасників, їхня число й зміст еквівалентно вимогам ГОСТ 12.4.009-75 й ISO3941-77. В приміщенні виконуються усі вимоги по пожежній безпеці відповідно щодо вимог НАПБ ПРОТЕ.0.001-95 “Правила пожежної безпеки у Україні”. В приміщенні разом з цим мається план евакуації на випадок виникнення пожежі. Період евакуації еквівалентно вимозі СНиП 2.01.02-85, проте максимальне видалення робочих місць з евакуаційних виходів еквівалентно СНиП 2.09.02-85.

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		69

ВИСНОВКИ

В випускній кваліфікаційній роботі виконано аналіз біо-ідентифікаційних показників клавішного введення із застосуванням технології машинного самонавчання, проте саме – нейронової КМ виду ShuffleNet, адаптованої щодо задачі означення особистості користувальника.

Впровадження засобів означення особистості користувальника поза біоідентифікаційними параметрами клавішного введення є важливим напрямком підвищення захищування даних з витоків. Перспективність таких засобів пов'язана із підвищенням ергономічності систем ідентифікації поза рахунок впровадження в якості паролю довільних текстів і можливістю побудови прихованого моніторингу справжності особистості користувальника.

Впровадження щодо систем означення особистості блоку дослідження біо-ідентифікаційних показників клавішного введення на базі згорточної нейронової КМ передбачає суттєво цих вдосконалити.

Розглянуті і реалізовані в даній роботі засоби означення особистості користувальника базуються на процедурі представлення показників клавішного введення в виді, придатному задля дослідження згортковою нейронною мережею і її моделлю виду ShuffleNet.

Реалізоване програмне забезпечення передбачає реєструвати властивості динаміки клавішного введення, обробляти зареєстровані властивості задля забезпечення можливості цих дослідження і розпізнавати особу користувальника поза поміччю технології машинного самонавчання.

Експериментальні дослідження біо-ідентифікаційних показників клавішного введення користувальників персональних комп'ютерів показали, саме це точність означення особистості користувальника поза клавіатурним вводом близька щодо 70%, проте саме це свідчить про необхідність проведення подальших досліджень в напрямку удосконалення процедур попередньої опрацювання показників клавішного введення із метою збільшення цих інформативності.

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іванченко С.О. Технічні канали витоку даних. Порядок утворення комплексів технічного захищування даних. Навч. посібник – К.: ІСЗЗІ НТУУ «КПІ», 2016. – 104 с.
2. Гулак Г.М. Методологія захищування даних. Аспекти кібербезпеки: підручник/ Г.М. Гулак – К.: Видавництво НА СБ України, 2020. – 256 с.
3. Луценко У.М., Прогонов Д.О. Принципи і засоби технічного захищування даних [Електронний ресурс]: навч. посіб. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 289 с.
4. Остапов С. Е. Технології захищування даних: навчальний посібник / С. Е. Остапов, С. П. Євсєєв, О. Г. Король. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 476 с.
5. Рибальський О.У., Хахановський У.Г., Кудінов У.ПРОТЕ. Основи інформаційної безпеки і технічного захищування даних. Посібник – К.: Вид. Національної академії внутріш. справ, 2012. – 104 с.
6. Лужецький У.ПРОТЕ., Кожухівський ПРОТЕ.Д., Войтович О.П. Основи інформаційної безпеки. Навч. посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 268 с.
7. Юдін О.К., Корченко О.Г. Захист даних у мережах передачі значень: Підр. – К.: Вид-во ТОВ «НВП» ІНТЕРСЕРВІС», 2009. – 716 с.
8. Богуш У.М. Інформаційна безпека держави: навч. посіб./У.М. Богуш, О.К. Юдін – К.: «МК-Прес», 2005. – 432 с.
9. Яковлева Й.Д. Лабораторний практикум «Системне програмне забезпечення». ЧНУ ім. Ю.Федьковича, 2022. – 64 с.
10. Stroustrup B. A Tour of C++ (Second Edition). – Addison-Wesley, 2018. – 240 p. – ISBN 978-0-13-499783-4.
11. Добровська Л. М. Теорія і практика нейронових мереж : навч. посіб. – К. : НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2015. – 396 с.
12. Терейковський Й.ПРОТЕ. Штучні нейронні КМ: навч. посіб. – Київ: КПІ ім. Й. Сікорського, 2022. – 123 с.
13. Васильєв О.М. Програмування у Python. Теорія й практика (навчальний посібник). – «Ліра-К», 2023.

					БКС 28. 09 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		71

Код основної функції аналізу динамічних характеристик клавіатурного вводу KeyboardProgram мовою C++

```

#include <windows.h>
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <sstream>
#include <stdio.h>
#include <string>
#include <vector>
using namespace std;
int main()
{
SetConsoleCP(1251);
SetConsoleOutputCP(1251);
HANDLE hIn;
HANDLE hOut;
COORD KeyWhere;
COORD LoopWhere;
COORD EndWhere;
bool Continue = TRUE;
DWORD EventCount = 0;
int LoopCount = 0;
int keyLoopCount = 0;
int KeyEvents = 0;
INPUT_RECORD InRec;
DWORD NumRead;
unsigned char HoldKey;
LARGE_INTEGER ClockFrequency;
QueryPerformanceFrequency(&ClockFrequency);
LARGE_INTEGER NoActionStart;
LARGE_INTEGER NoActionFinish;
LARGE_INTEGER NoActionDelta;
LARGE_INTEGER NoActionDeltaWhole;
vector<int>keys;
vector<int>keysAscii;
vector<double> timePressed;
vector<double> timeBetweenPressed;
vector<double> timeStart;
vector<double> timeFinished;
int PressingStart = 0;
int PressingFinish = 0;
LARGE_INTEGER StartTime;
LARGE_INTEGER EndTime;
LARGE_INTEGER delta;
LARGE_INTEGER deltaWhole;
deltaWhole.QuadPart = 0;
NoActionDeltaWhole.QuadPart = 0;
ifstream counterOfFile("Counter.txt");
string numberCount = "";
counterOfFile >> numberCount;
if (numberCount == "")
{
numberCount = "0";
}
counterOfFile.close();
string nameOfFile = "Result" + numberCount + ".txt";
ofstream file(nameOfFile);
hIn = GetStdHandle(STD_INPUT_HANDLE);
hOut = GetStdHandle(STD_OUTPUT_HANDLE);
cout << "Key Events : " << flush; // Показати номер запису "Key Events"
KeyWhere.X = 15;
KeyWhere.Y = 0;

```

```

LoopWhere.X = 0;
LoopWhere.Y = 1;
EndWhere.X = 0;
EndWhere.Y = 2;
// Перший цикл
while (Continue)
{
SetConsoleCursorPosition(hOut, LoopWhere);
LoopCount++;
cout << LoopCount++ << " " << flush;
Sleep(100); // Для зменшення швидкості
cout << EventCount << endl;
GetNumberOfConsoleInputEvents(hIn, &EventCount);
//EventCount "DWORD" always start with "SAME NUMBER"
// Другий цикл
while (EventCount > 0)
{
QueryPerformanceCounter(&NoActionStart);
ReadConsoleInput(hIn, &InRec, 1, &NumRead);
if (InRec.EventType == KEY_EVENT) // Якщо подія від клавіші
{
QueryPerformanceCounter(&NoActionFinish);
NoActionDelta.QuadPart = NoActionFinish.QuadPart - NoActionStart.QuadPart;
NoActionDeltaWhole.QuadPart += NoActionDelta.QuadPart;
double NoActionDeltaSeconds = ((double)(NoActionDeltaWhole.QuadPart)) / 10;
if (InRec.Event.KeyEvent.bKeyDown)
{
QueryPerformanceCounter(&StartTime);
PressingStart = LoopCount;
cout << "I am here" << endl;
HoldKey = InRec.Event.KeyEvent.uChar.AsciiChar;
keys.push_back(HoldKey);
cout << char(HoldKey) << endl;
cout << HoldKey << endl;
QueryPerformanceCounter(&EndTime);
delta.QuadPart = EndTime.QuadPart - StartTime.QuadPart;
}
else
{
deltaWhole.QuadPart += delta.QuadPart;
cout << "Don't Play with me " << flush << " here i am"<< endl;
++KeyEvents;
//QueryPerformanceCounter(&PressingFinish);
PressingFinish = LoopCount;
SetConsoleCursorPosition(hOut, KeyWhere);
cout << KeyEvents << flush; // SHOW no. of
ENTERY "keyEvents"
cout << "key loop counter: " << deltaWhole.QuadPart << endl;
double deltaSeconds = ((double)(deltaWhole.QuadPart)) / 10;
(float)(ClockFrequency.QuadPart);
cout << "key loop counter in milliseconds: " << deltaSeconds << endl;
file << HoldKey << " ,ascii value: " << int(HoldKey) << " , time: " <<
deltaSeconds << " , time between pressing: " << NoActionDeltaSeconds << " , key down: "<<
PressingStart << " , Key up: "<< PressingFinish << endl ;
keysAscii.push_back(int(HoldKey));
timePressed.push_back(deltaSeconds);
timeBetweenPressed.push_back(NoActionDeltaSeconds);
timeStart.push_back(PressingStart);
timeFinished.push_back(PressingFinish);
cout << "Here is lloop couter: " << LoopCount << endl ;
deltaWhole.QuadPart = 0;
NoActionDeltaWhole.QuadPart = 0;
if (InRec.Event.KeyEvent.dwControlKeyState &
LEFT_ALT_PRESSED || (int)HoldKey == 13)
{
cout << "I am in the hill" << endl;
cout << "NO ONO " << endl;
}
}
}
}

```

```

SetConsoleCursorPosition(hOut,EndWhere);
cout << "Exiting..." << endl;
Continue = FALSE;
}
//Кінець "else"
//Кінець першого "if-condition"
GetNumberOfConsoleInputEvents(hIn, &EventCount);
// Кінець другого циклу
// Кінець першого циклу
ofstream currFile(nameOfFile, ios::app);
currFile << "All ascii code of pushed buttons: " << endl;
for (size_t i = 0; i < keys.size(); i++)
{
currFile << char(keys[i]) << " : " << keys[i] << endl;
}
currFile.close();
ifstream counterOfFileNames("Counter.txt");
string numberCounter = "";
counterOfFileNames >> numberCounter;
if (numberCounter == "")
{
numberCounter = "0";
}
int numIntCounter = stoi(numberCounter);
counterOfFileNames.close();
ofstream counterOfFileNamesOut("Counter.txt");
++numIntCounter;
stringstream ss;
ss << numIntCounter;
string str = ss.str();
counterOfFileNamesOut << str;
counterOfFileNamesOut.close();
timeBetweenPressed[0] = 0;
cout << "There r all keys: " << endl;
for (size_t i = 0; i < keys.size(); i++)
{
cout << char(keys[i]) << " ,ascii value: " << keysAscii[i] << " , time: "
<< timePressed[i] << " , time between pressing: " << timeBetweenPressed[i] << " , key down: "
<< timeStart[i] << " , Key up: " << timeFinished[i] << endl;
}
file.close();
return 0;
}

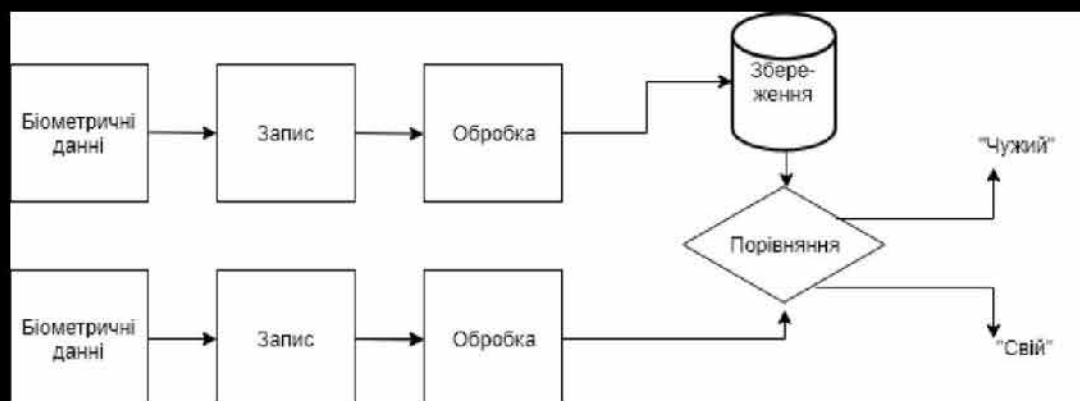
```

Слайди мультимедійної презентації

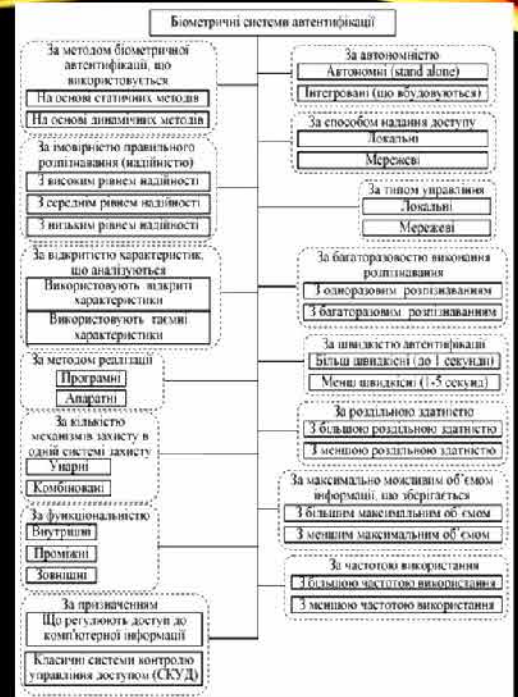
*Аналіз біометричних параметрів
клавіатурного вводу із застосуванням
технології машинного навчання*

Демченко Владислав, ОТФК ОНТУ

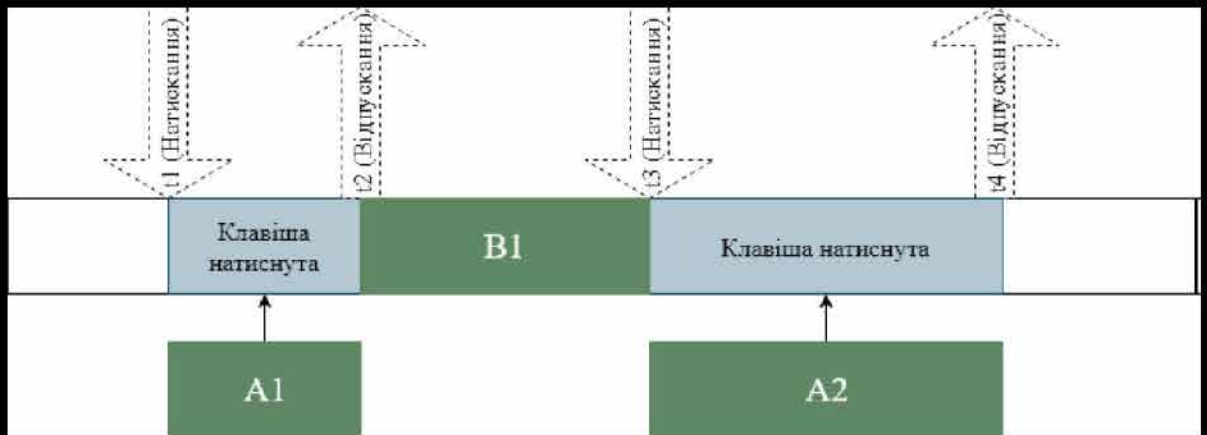
Спрощена архітектура біометричної
системи виявлення підміни
законного оператора



Класифікація біометричних методів та систем автентифікації

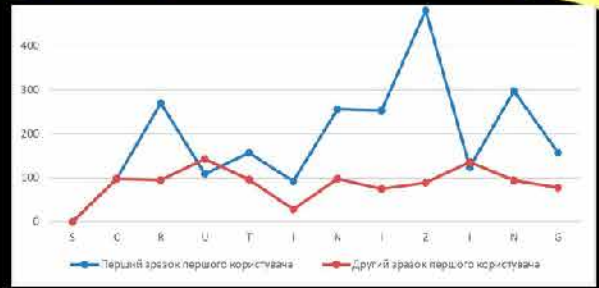


Часова діаграма клавіатурного почерку

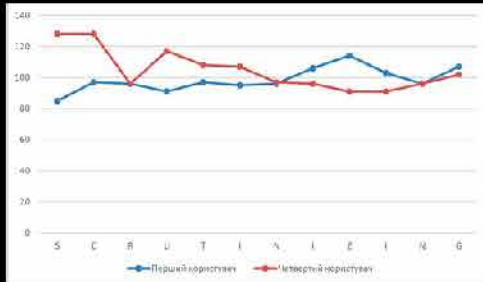




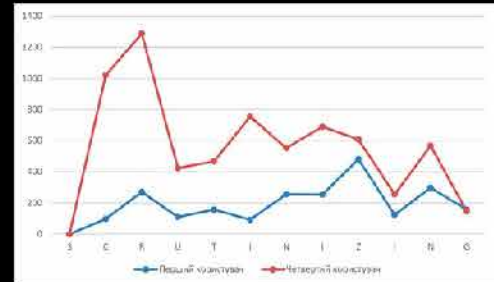
Порівняння часу утримання клавіш двох зразків у користувача



Порівняння часу між натисканням клавіш двох зразків у користувача



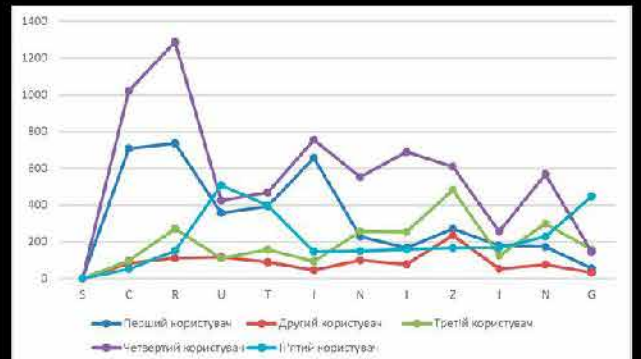
Порівняння часу утримання клавіш двох користувачів



Порівняння часу між натисканням клавіш у двох користувачів

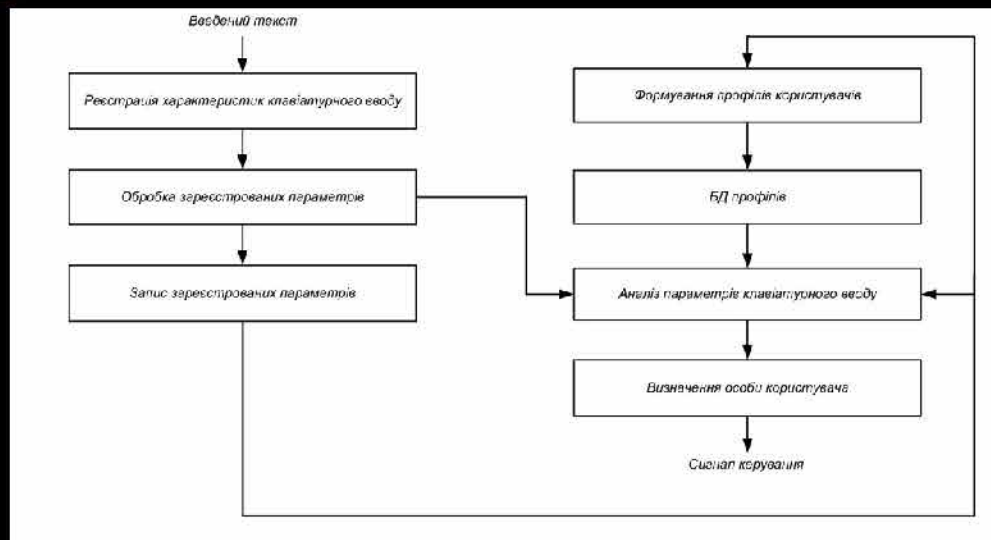


Порівняння часу утримання клавіші у п'яти користувачів



Порівняння часу між натисканням клавіш у п'яти користувачів

Логіка функціонування системи автентифікації користувачів на основі характеристик клавіатурного вводу



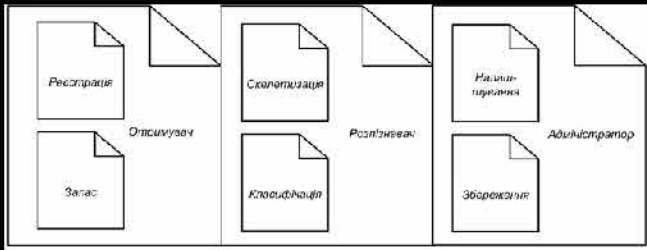
Стабільність характеристик клавіатурного вводу користувачів

Помилки, %	Аритмічність, %	Швидкість, зн./хв.	Характеристика перекриття		Оцінка
			Число перехресть, %	Використовувана кількість пальців	
>2	>10	<200	<50	всі	5
>4	>15	<150	<30	більшість	4
>8	>20	<100	<10	декілька	3
<8	<20	>100	>10	по одному	2

$$\left\{ \begin{array}{l} D = R_i - P_i \\ F_{\text{тип}1} = P_{i+1} - R_i \\ F_{\text{тип}2} = R_{i+1} - R_i \\ F_{\text{тип}3} = P_{i+1} - P_i \\ F_{\text{тип}4} = R_{i+1} - P_{i+1} \end{array} \right. \quad (1.1)$$

де R_i – час відпускання i -ої клавіші,
 P_i – час натискання i -ої клавіші,
 i – номер використовуваної клавіші

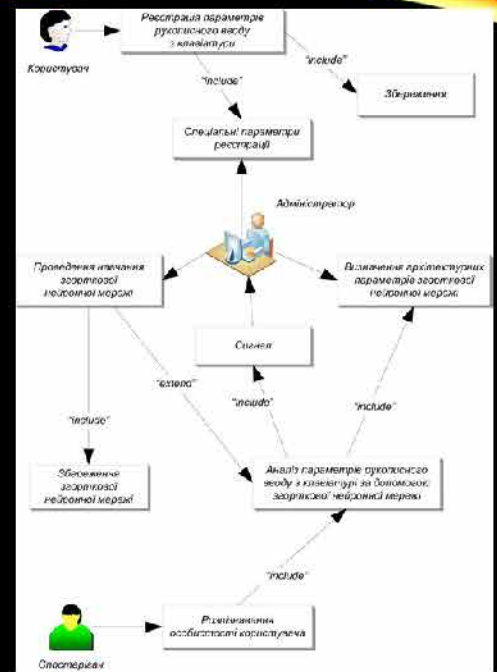
Діаграма варіантів використання системи розпізнавання користувача за динамічними характеристиками клавіатурного вводу



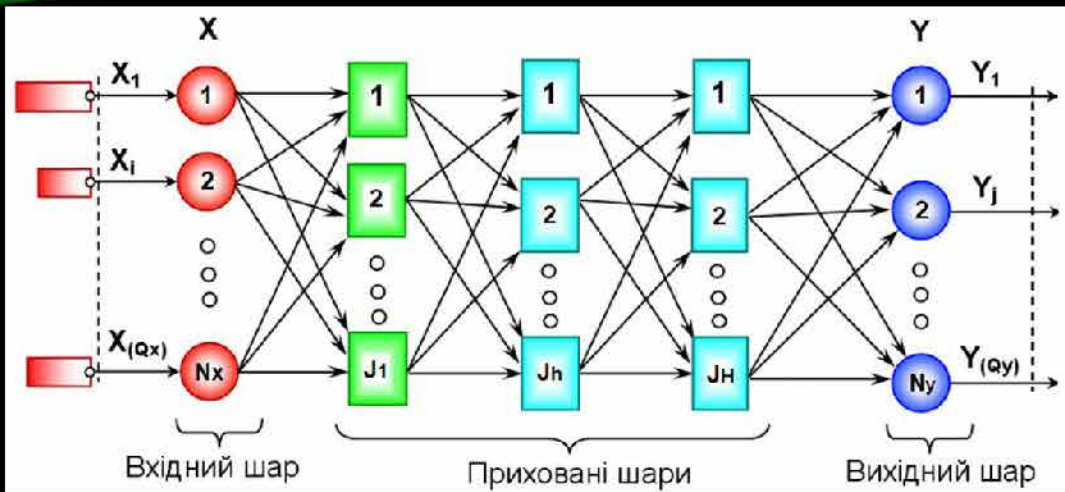
Діаграма пакетів системи розпізнавання користувача за динамічними характеристиками клавіатурного вводу



Діаграма компонентів системи розпізнавання користувача за динамічними характеристиками клавіатурного вводу



Загальна структура багатозарової нейронної мережі



Діаграма моделі нейронної мережі типу Squeezenet

$$y_r(i) = t_d(i) - t_u(i), \quad (2.16)$$

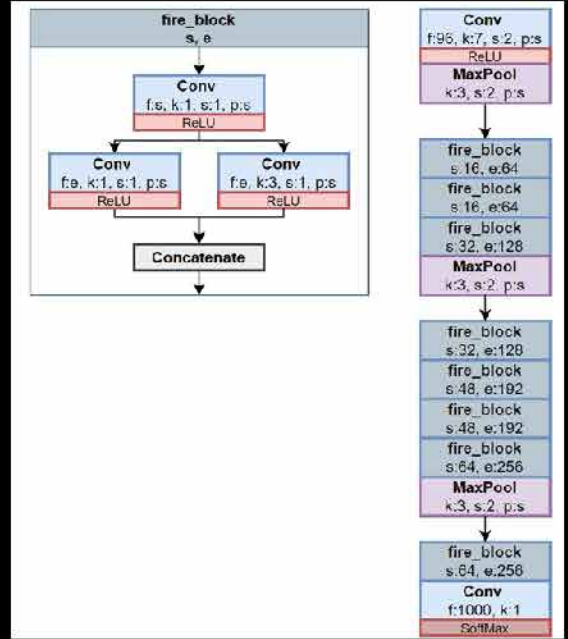
$$y_b(i, i-1) = t_u(i) - t_d(i-1) \quad (2.17)$$

$$g(i, i-1) = y_b(i, i+1)/y_r(i) \quad (2.18)$$

$$w_r(i, i-1) = (y_r(i) - y_r(i-1))/y_r(i) \quad (2.19)$$

$$w_b(i, i-1) = (y_b(i) - y_b(i-1))/y_b(i), \quad (2.20)$$

де y_r – термін утримання клавіші;
 t_d – час натискання клавіші;
 t_u – час відпускання клавіші;
 y_b – термін між послідовним натисненням двох клавіш;
 w_r – динамічний термін утримання клавіші;
 w_b – динаміки терміну між послідовним натисненням двох клавіш;
 g – відношення терміну утримання клавіші до терміну між послідовним натисненням двох клавіш;
 i – номер натискання клавіші при введенні тексту.



Z	27												
Y	26			32;51									
X	25												
W	24												
V	23												
U	22												
T	21				104;37								
S	20												
R	19								101;36				
Q	18												
P	17												
O	16												
N	15												
M	14												
L	13												
K	12												
J	11												
I	10												
H	9												
G	8		101;55							101;44			
F	7												
E	6				151;51						114;64		
D	5												
C	4												
B	3												
A	2												
1	1	154;49				115;52							
		Н	Е	У		Т	Н	Е	Р	Е			

Зображення тексту з двоканальним растром, закодоване з використанням параметра терміну утримання клавіші

$$Loss = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N e^T(t, Q) W(\theta) e(t, Q) \quad (2.21)$$

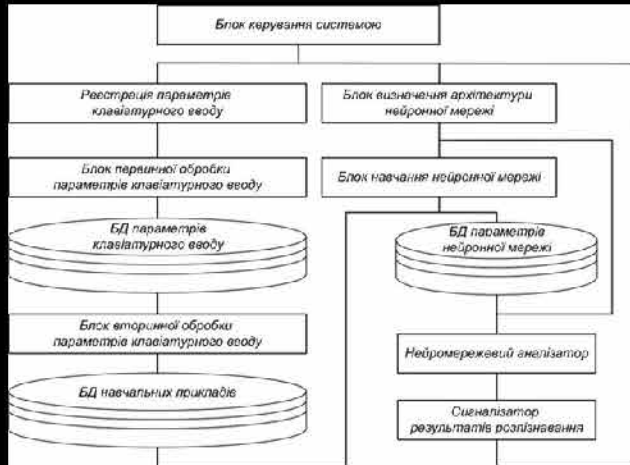
$$Accuracy = \frac{N_{right}}{N} \times 100\% \quad (2.22)$$

Z	27												
Y	26												
X	25												
W	24												
V	23												
U	22												
T	21												
S	20												
R	19												
Q	18												
P	17												
O	16												
N	15									110; 51; 4; 23,8			
M	14										100; 41,7; 27,6		
L	13												
K	12												
J	11												
I	10												
H	9												
G	8												
F	7												
E	6								99; 62; 52				
D	5												
C	4										111; 48,6; 18,9		
B	3												
A	2												
1	1	115; 42,7; 20,4											
		1	2	3	4	5	6						
		н	с	с	*	и	д						

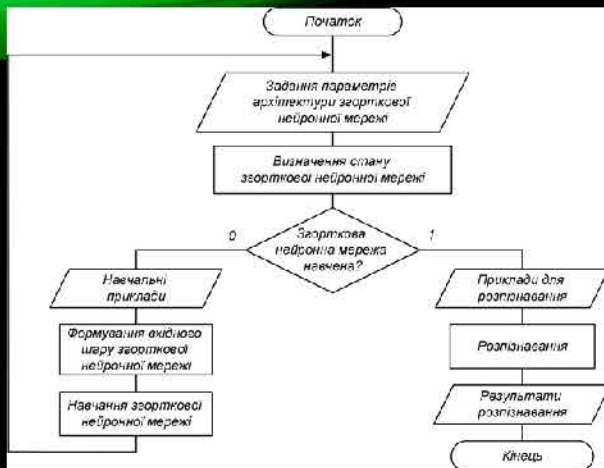
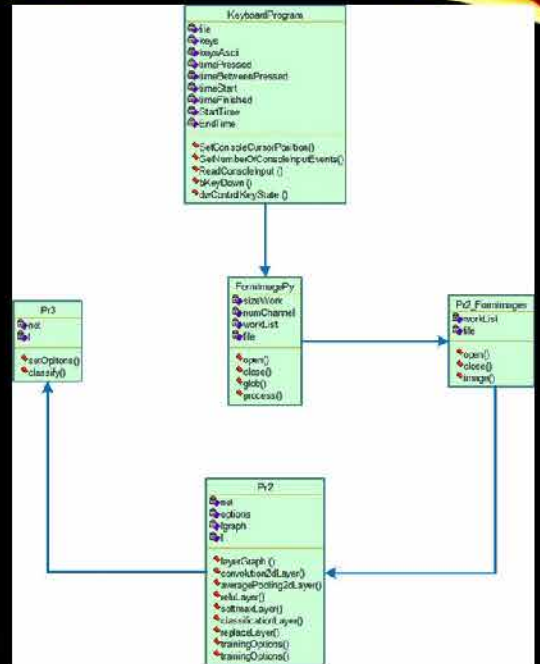
Зображення тексту з 3-канальним растром, закодоване з використанням параметрів терміну утримання клавіші і терміну між послідовним натисненням двох клавіш

де N – загальна кількість прикладів;
 N_{right} – кількість правильно розпізнаних прикладів;
 $e(t, Q)$ – вектор помилок у момент t розмірністю n_t на 1 з параметром Q ;
 $W(Q)$ – матриця вагових коефіцієнтів відповідних зв'язків нейронів;
 n_y – кількість виходів нейронної мережі.

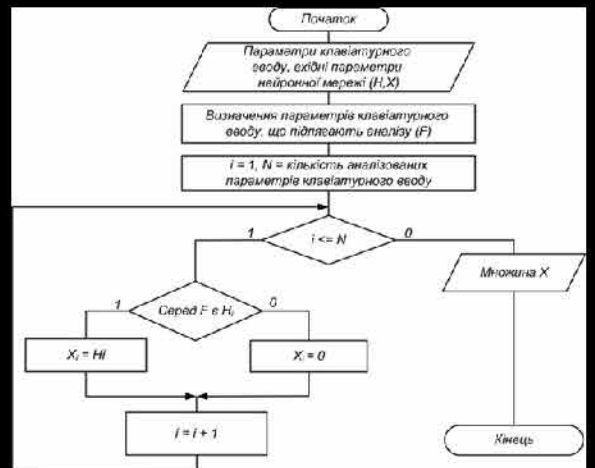
Діаграма класів системи розпізнавання користувача за динамічними характеристиками клавіатурного вводу



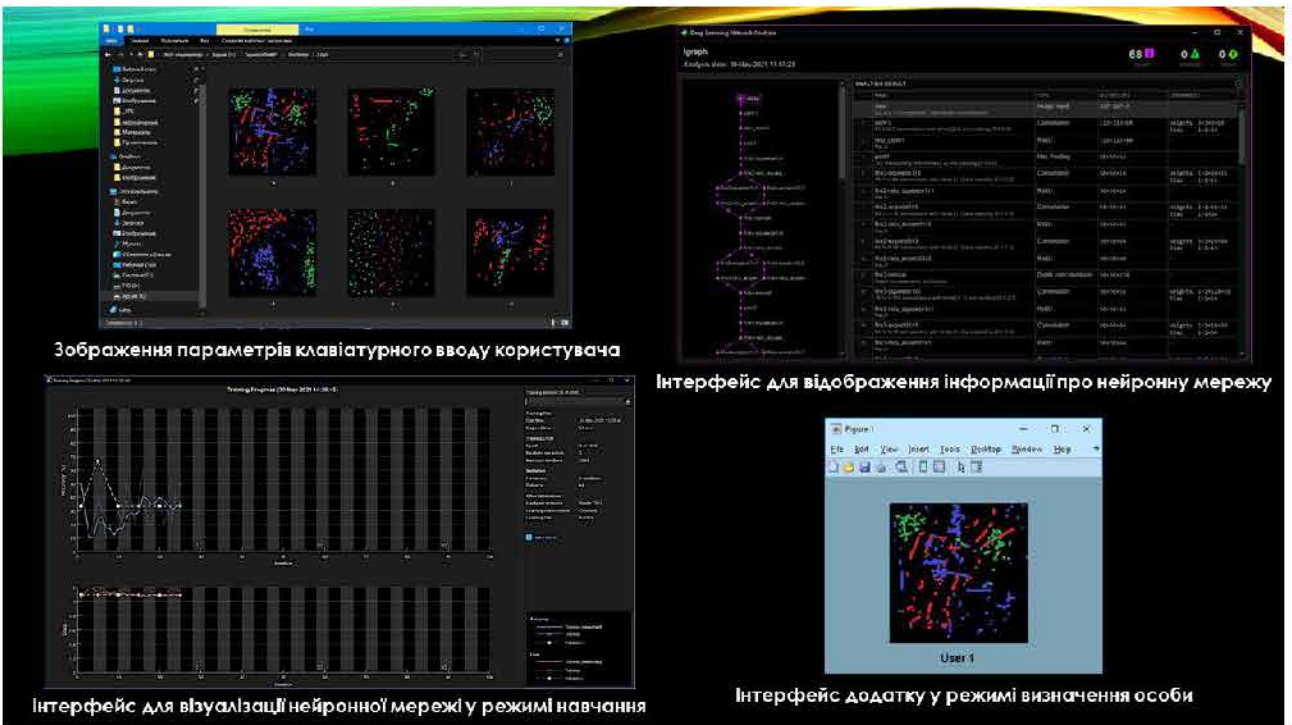
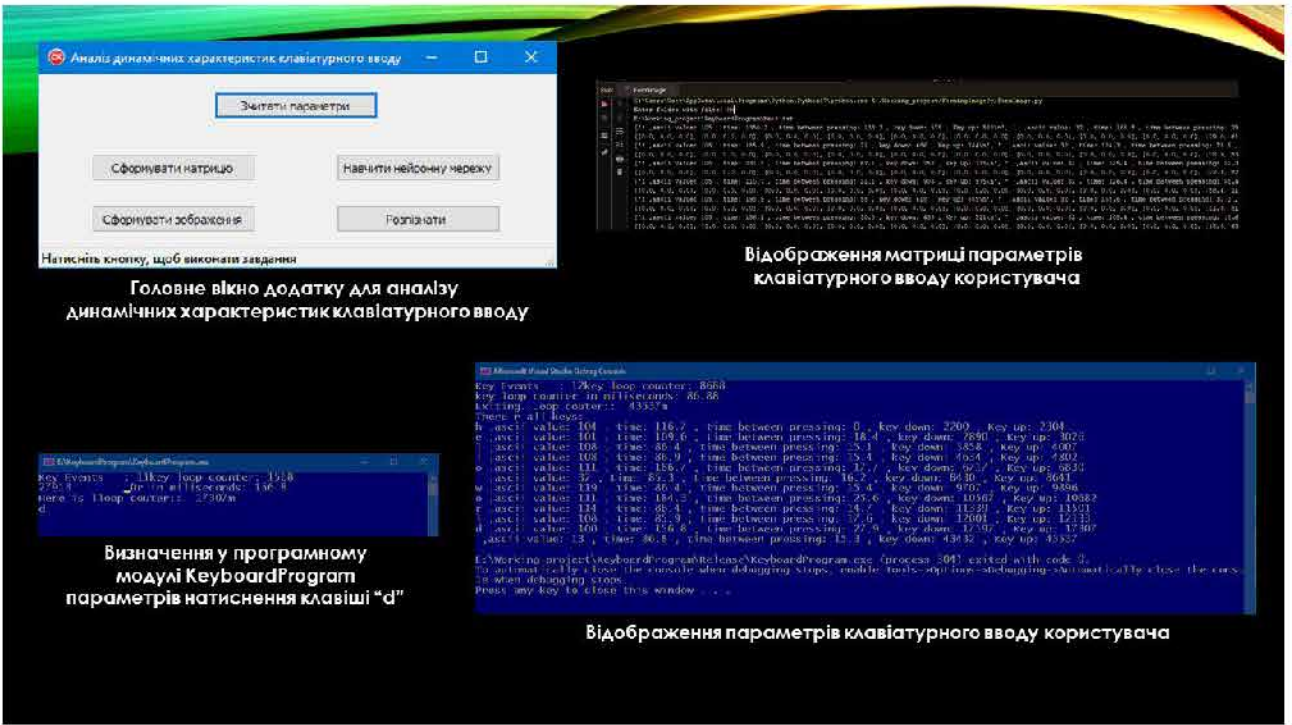
Структурна схема системи аналізу динамічних характеристик клавіатурного вводу із застосуванням мережі SqueezeNet

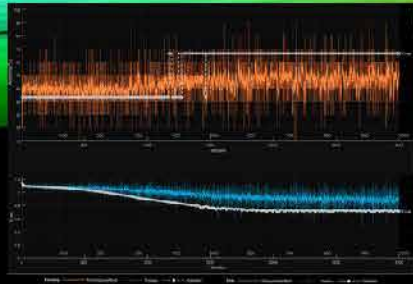


Блок-схема алгоритму формування множини вхідних параметрів нейронної мережі SqueezeNet

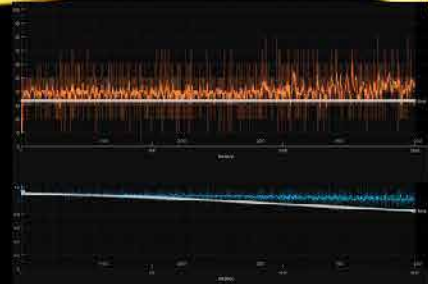


Блок-схема алгоритму навчання нейронної мережі SqueezeNet

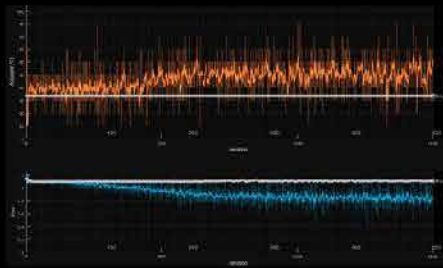




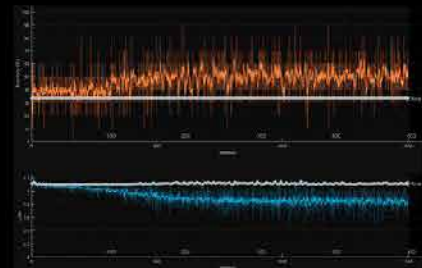
Залежність точності розпізнавання і втрат від тривалості навчання при використанні терміну утримання клавіші



Залежність точності розпізнавання і втрат від тривалості навчання при використанні терміну між послідовним натисненням двох клавіш



Залежність точності розпізнавання і втрат від тривалості навчання при використанні терміну утримання клавіші і динамічного терміну утримання клавіші



Залежність точності розпізнавання і втрат від тривалості навчання при використанні терміну між послідовним натисненням двох клавіш і динамічного терміну утримання клавіші

Показники ефективності моделі нейронної мережі SqueezeNet при використанні для аналізу характеристик клавіатурного вводу

Аналізовані параметри	Точність (трен.)	Точність (вітвердж.)	Втрати (трен.)	Втрати (вітвердж.)
Термін утримання клавіші	71	67	0,76	0,76
Термін між послідовним натисненням двох клавіш	70	33	1,01	1,17
Термін між послідовним натисненням двох клавіш, Динамічний термін утримання клавіші	40	33	0,78	1,18
Динаміка терміну між послідовним натисненням двох клавіш	50	32	0,83	0,84
Відношення терміну утримання клавіші до терміну між послідовним натисненням двох клавіш	67	33	0,95	1,5
Термін утримання клавіші	68	53	0,67	1,16
Термін утримання клавіші, Динаміка терміну між послідовним натисненням двох клавіш	71	66	0,8	0,8
Термін між послідовним натисненням двох клавіш, Динамічний термін утримання клавіші	70	34	1	1,17
Термін утримання клавіші, Термін між послідовним натисненням двох клавіш, Динамічний термін утримання клавіші	70	35	0,68	1,17

ВІДГУК

керівника про кваліфікаційну роботу бакалавра

Демченка Владислава Сергійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність

123 "Комп'ютерна інженерія"

Тема кваліфікаційної роботи *Аналіз біометричних параметрів клавіатурного вводу із застосуванням технології машинного навчання*

ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

а) Обсяг і якість виконання роботи (графічного матеріалу і розрахунково-пояснювальної записки) *Випускна робота виконана відповідно технічному завданню. Пояснювальна записка до випускної роботи містить 81 сторінку. У пояснювальній записці розглянуто проблему аналізу динамічних характеристик клавіатурного вводу із застосуванням технології машинного навчання, а саме – нейронної мережі згорткового типу. Графічна частина складається з окремих слайдів, оформлених у вигляді презентації, передбачених технічним завданням. Якість виконання пояснювальної записки та слайдів добра, розробку виконано у повному обсязі.*

б) Самостійність роботи

Протягом виконання випускної бакалаврської роботи Демченко Владислав поступово та послідовно виконував всі етапи, проявив ініціативу у створенні загальної концепції та реалізації випускної роботи. Всі роботи він виконував самостійно, з оглядом на рекомендації керівника.

в) Теоретична підготовка здобувача освіти

Демченко Владислав під час роботи над випускною бакалаврською роботою вивчив і опрацював достатню кількість літературних джерел за даною тематикою.

Вважаю, що теоретична підготовка здобувача освіти достатня і він готовий до захисту роботи.

г) Вміння розв'язувати виробничі і конструкторські питання на базі останніх досліджень науки і техніки, передових методів виробництва

Під час виконання роботи Демченко Владислав мав змогу самостійно приймати окремі рішення з виконання програмної частини роботи та показав вміння організовано працювати над поставленою задачею, складати та оформлювати презентацію проекту, користуючись сучасними комп'ютерними програмними засобами, такими як Microsoft Visual Studio, Python, Mathlab, Microsoft PowerPoint, Microsoft Visio.

Оцінка розрахункової частини Добре

Оцінка графічної частини Добре

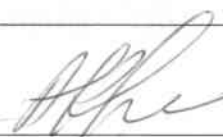
Загальна оцінка Добре

Прізвище, ім'я, по батькові Кривченко Анастасія Анатоліївна

Місце роботи і посада керівника роботи ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ", викладач спецдисциплін комісії комп'ютерних технологій та програмної інженерії, голова обласної методичної комісії викладачів комп'ютерної інженерії

Підпис

«13»


106 2024р.

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувача освіти
відділення комп'ютерних систем

Демченка Владислава Сергійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність 123 "Комп'ютерна інженерія"

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

Керівник дипломного проекту (роботи) Кривченко Анастасія Анатоліївна

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема дипломного проекту (роботи) Аналіз біометричних параметрів клавіатурного вводу із застосуванням технології машинного навчання

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки 81 сторінок

Обсяг графічної (презентаційної) частини 18 аркушів (слайдів)

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) заключення про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завданню
Представлена на рецензію кваліфікаційна робота бакалавра повністю відповідає меті проектування та технічному завданню. Тематика кваліфікаційної роботи є актуальною для своєї галузі та присвячена аналізу біометричних параметрів клавіатурного вводу із застосуванням технології машинного навчання.

б) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту (роботи)
Кваліфікаційна робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, переліку використаних джерел. У основному розділі розглянуті методи аналізу біометричних параметрів клавіатурного вводу, застосування технологій машинного навчання, створення моделей системи аналізу, модель згорткової нейронної мережі.

в) оцінка якості виконання пояснювальної записки та графічної частини дипломного проекту (роботи)
Графічна частина виконана на достатньо високому рівні у вигляді презентації із використанням офісного пакету Microsoft PowerPoint та Visio. Пояснювальна записка виконана охайно та у відповідності до норм оформлення документів із використанням офісного пакету Microsoft Word. Загальна якість виконання документації – добра, академічного плагіату у роботі не виявлено

г) перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи) _____

1. Детально описано мету та цілі аналізу;
2. Проведено аналіз результатів моделювання;
3. Створено програмну модель аналізу характеристик клавіатурного вводу.

д) основні недоліки дипломного проекту (роботи) _____

1. Доцільно було б розглянути використання різних типів нейронних мереж;
2. Варто було описати використані інструменти для розробки більш докладно.

Оцінка розрахункової частини _____ Відмінно

Оцінка графічної частини _____ Відмінно

Загальна оцінка _____ Відмінно

Прізвище, ім'я, по батькові рецензента _____ Василіу Євген Вікторович

Місце роботи і посада рецензента _____ Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, д.т.н., проф. кафедри КБ та ТЗІ

ПІДПИС ПОСВІДОРО
НАЧАЛЬНИК ВІДДІЛУ
КАДРІВ ДУІІТЗ

Підпис: _____
« 18 » 06 2024 р.



Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016214716

Дата перевірки:
28.04.2024 15:29:57 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
28.04.2024 15:32:47 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: **2БКС-28_Владислав_Демченко**

Кількість сторінок: **65** Кількість слів: **11954** Кількість символів: **92926** Розмір файлу: **4.05 MB** ID файлу: **1015988653**

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

8.23% Схожість

Найбільша схожість: **2.02%** з Інтернет-джерелом (<https://card-file.ontu.edu.ua/server/apl/core/bitstreams/9fc96430-656..>)

8.23% Джерела з Інтернету

524

Сторінка 67

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

6

Підозріле форматування

13
сторінок

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Демченко Владислав Сергійович,
здобувач освіти гр. 2БКС-28, та

Кривченко Анастасія Анатоліївна,
керівник випускної кваліфікаційної роботи,

не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

«Аналіз біометричних параметрів клавіатурного вводу із застосуванням технології машинного навчання» (автор роботи – Демченко В.С., керівник роботи – Кривченко А.А.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2024 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



/ Демченко В.С. /

Керівник



/ Кривченко А.А. /

«10» червня 2024 р.