

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Навчально–науковий центр заочної форми навчання

(повна назва)

Кафедра Комп'ютерно–інтегрованих технологій, автоматизації та
робототехніки

(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський).

Розроблення підсистеми для оптимізації взаємодії між державними органами

та людьми з обмеженими можливостями

(тема)

Виконав:

здобувач 2 року навчання
групи КІТПВзм–23–1

Жуков Артем Ігорович

(прізвище, ініціали)

Спеціальність 174 Автоматизація та комп'ю–
терно–інтегровані технології та робототехніка

Освітня програма Комп'ютерно–інтегровані
технологічні процеси і виробництва

(код і повна назва напрямку)

Тип програми Освітньо–професійна

(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Омаров Ш.А.

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту
зав. кафедри

(підпис)

Невлюдов І.Ш.

(прізвище, ініціали)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Навчально–науковий центр заочної форми навчання

Кафедра	Комп'ютерно–інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Спеціальність	174 Автоматизація та комп'ютерно–інтегровані технології та робототехніка
Тип програми	освітньо–професійна
Освітня програма	Комп'ютерно–інтегровані технологічні процеси і виробництва

(код і повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

« _____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві _____

Жукову Артему Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розроблення підсистеми для оптимізації взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями

затверджена наказом по університету від 22.11.2024 №197Стз

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 27.01.2025

3. Вихідні дані до роботи: Дані про існуючі системи взаємодії, дані про методи голосового керування, дані про інформаційно–довідкові термінали.

3.1 Припій: SAC305, SAC405, Sn100C, ПОС–61;

3.2 Напруга живлення: 220 В 50 Гц;

3.3 Параметри якості: механічна міцність, відсутність дефектів, температурний режим.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі:

4.1 Огляд та аналіз існуючих методів, засобів та автоматизованих систем взаємодії державних органів та людей з обмеженими можливостями;

4.2 Розроблення підсистеми взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями;

4.3 Тестування та аналіз результатів роботи підсистеми;

4.4 Інтеграція підсистеми до системи державних органів;

4.5 Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) Демонстраційний матеріал представлений у форматі презентації PowerPoint

Демонстраційний матеріал представлений у форматі PowerPoint (.ppt) – 13с. формату А4*

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Керівник (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз предметної області	28.11.2024	виконано
2	Огляд та аналіз існуючих методів, засобів та автоматизованих систем	13.12.2024	виконано
3	Розробка підсистеми	20.12.2024	виконано
4	Тестування та аналіз результатів роботи підсистеми	03.01.2025	виконано
5	Охорона праці та безпека життєдіяльності	11.01.2025	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки	13.01.2025	виконано
7	Подання у ЕК	25.01.2025	виконано

Дата видачі завдання 22.11.2024

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

проф. Омаров Ш.А.
(посада, прізвище, ініціали)

Я, Жуков Артем Ігорович, як студент ХНУРЕ, розумію і підтримую політику закладу із академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки кваліфікаційної роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Дата: 15.01.2025



РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 59 с., 14 рис., 3 дод., 27 джерел.

АВТОМАТИЗАЦІЯ, ГОЛОСОВЕ УПРАВЛІННЯ, ДЕРЖАВНІ ОРГАНИ, ІНВАЛІДНІСТЬ, ІНКЛЮЗИВНІСТЬ, ЛЮДИ, ОБМЕЖЕНІ МОЖЛИВОСТІ, ОПТИМІЗАЦІЯ, РОЗРОБЛЕННЯ.

Об'єкт дослідження – процес взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями в контексті надання державних послуг.

Предметом дослідження є програмний засіб для взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями, спрямована на оптимізацію процесів надання державних послуг.

Мета дослідження – підвищення ефективності взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями.

Методи дослідження – системний аналіз, проектування інформаційних систем, методи програмування та тестування, метод моделювання.

У роботі проведено аналіз існуючих систем взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями.

На базі проведеного дослідження розроблено програмне забезпечення, яке забезпечує автоматизовану обробку запитів від користувачів з обмеженими можливостями. Запропонований програмний засіб використовує голосове управління для отримання та надання необхідної інформації про соціальні послуги, субсидії, пенсії та пільги, а також забезпечує підтримку для зміни місця проживання.

Науковою новизною роботи є удосконалення адаптивного контекстного алгоритму розпізнавання голосу, який дозволяє не тільки покращити точність і зручність взаємодії з підсистемою для користувачів з обмеженими можливостями, але й значно підвищити швидкість обробки запитів.

Отримані результати роботи можна віднести до Цілі сталого розвитку 10 "Скорочення нерівності", а саме п.10.2 "Забезпечення соціальної, економічної та політичної інтеграції всіх громадян, незалежно від їхніх індивідуальних характеристик, через впровадження зручних та доступних цифрових рішень", п.10.3 "Зменшення нерівності результатів через усунення дискримінаційних бар'єрів у доступі до державних послуг". До Цілі сталого розвитку 16 "Мир, справедливість та ефективні інститути", а саме п.16.6 "Підвищення прозорості та підзвітності державних органів через використання автоматизованої підсистеми", п.16.7 "Забезпечення інклюзивності та участі громадян у процесах прийняття рішень шляхом покращення доступу до інформації та державних послуг". До Цілі сталого розвитку 17 "Партнерство заради стійкого розвитку", а саме п.17.17 "Сприяння ефективному партнерству між державними органами, громадськими організаціями та бізнесом через впровадження інноваційних технологій".

ABSTRACT

The explanatory note consists of 59 pp., 14 fig., 3 app, and 27 sources.

AGENCIES, AUTOMATION, DEVELOPMENT, DISABILITY, GOVERNMENT, INCLUSIVITY, LIMITED ABILITIES, OPTIMIZATION, PEOPLE, VOICE CONTROL.

The object of the research is the processes of interaction between government bodies and people with disabilities in the context of providing state services.

The subject of the research is the subsystem of interaction between government bodies and people with disabilities, aimed at optimizing the processes of providing state services.

The goal of the research is to develop a subsystem of interaction between government bodies and people with disabilities, which will contribute to optimizing the processes of receiving state services, enhancing the accessibility and effectiveness of these services for persons with disabilities.

Research methods include system analysis, information systems design, programming and testing methods, and modeling methods.

The study analyzed existing systems of interaction between government bodies and people with disabilities.

Based on this research, a prototype of software was developed, which ensures automated processing of requests from users with disabilities. This prototype utilizes voice control to receive and provide necessary information about social services, subsidies, pensions, and benefits, as well as offering support for changing the place of residence.

The scientific novelty of this work lies in the development of an adaptive contextual voice recognition algorithm, which not only enhances the accuracy and

convenience of interacting with the subsystem for users with disabilities but also significantly increases the speed of query processing.

The obtained results of the work can be attributed to Sustainable Development Goal 10 "Reduced Inequalities," specifically Target 10.2: "Empower and promote the social, economic, and political inclusion of all, irrespective of individual characteristics, through the implementation of convenient and accessible digital solutions.", Target 10.3: "Ensure equal opportunities and reduce inequalities of outcome by eliminating discriminatory barriers to accessing public services." To Sustainable Development Goal 16 "Peace, Justice, and Strong Institutions," specifically Target 16.6: "Develop effective, accountable, and transparent institutions through the use of an automated subsystem.", Target 16.7: "Ensure responsive, inclusive, participatory, and representative decision-making by improving access to information and public services." To Sustainable Development Goal 17 "Partnerships for the Goals," specifically Target 17.17: "Encourage effective partnerships between public institutions, civil society organizations, and businesses through the implementation of innovative technologies."

ЗМІСТ

Перелік скорочень	11
Вступ.....	12
1 Огляд та аналіз існуючих методів, засобів та автоматизованих систем взаємодії державних органів та людей з обмеженими можливостями	15
1.1 Актуальність дослідження взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями.....	15
1.2 Стан систем взаємодії в Україні	15
1.3 Світовий досвід у сфері взаємодії державних органів з людьми з обмеженими можливостями.....	17
1.4 Висновки до розділу	19
2 Розроблення підсистеми взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями.....	21
2.1 Розроблення структурної схеми підсистеми	21
2.2 Вибір компонентів підсистеми	22
2.3 Вибір технології	23
2.4 Розроблення алгоритму роботи підсистеми.....	24
2.5 Розробка модулів підсистеми	25
2.6 Інтеграція компонентів у єдину підсистему.....	31
2.7 Удосконалення модуля для розпізнавання запитів та надання інформації ...	31
2.8 Відповідність системи стандартам безпеки даних	35
2.9 Висновок до другого розділу	37
3 Тестування та аналіз результатів	38
3.1 Мета експерименту	38

3.2	Методика проведення тестування	38
3.3	Тестування та аналіз результатів роботи підсистеми	38
3.4	Обговорення результатів	41
3.5	Соціально–економічна значимість роботи	41
4	Інтеграція підсистеми до системи державних органів	44
4.1	Принципи інтеграції	44
4.2	Процес інтеграції.....	45
4.3	Інтеграція голосового помічника з інформаційно–довідковим терміналом..	46
4.4	Виклики та можливості	48
4.5	Висновок до четвертого розділу.....	49
5	Охорона праці та безпека життєдіяльності	50
5.1	Аналіз умов праці під час розробки програмного забезпечення	50
5.2	Організація безпечних умов праці	50
5.3	Інформаційна безпека	51
5.4	Пожежна безпека.....	51
5.5	Охорона здоров'я працівників	52
5.6	Висновок до п'ятого розділу.....	52
	Висновки	53
	Перелік джерел посилання	56
	Додаток А Апробація результатів	59
	додаток Б Лістинг розробленої підсистеми	72
	Додаток В Демонстраційний матеріал.....	80

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

- ООН – Організація Об'єднаних Націй;
- ADA – закон про американців з інвалідністю;
- Alexa – голосовий помічник від компанії Amazon;
- EU – Європейський Союз;
- GovInfo – портал електронного уряду США;
- IDS – система виявлення вторгнень;
- IPS – система запобігання вторгненням;
- myGov – Єдиний портал державних послуг Австралії;
- Siri – голосовий помічник від компанії Apple;
- SQL Injection – атака, що використовує уразливості в SQL запитих;
- XSS – міжсайтовий скриптинг, тип вразливості в веб-додатках;
- 2FA – двофакторна автентифікація.

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку суспільства питання інклюзії та доступності для людей з обмеженими можливостями потребують все більшої уваги. В умовах, коли Україна продовжує інтеграцію до Європейського Союзу та адаптується до міжнародних стандартів, зокрема вимог щодо доступності послуг для всіх громадян, зокрема осіб з інвалідністю, стає очевидною необхідність удосконалення сервесів державних послуг [1].

Враховуючи обставини в Україні у 2024 році, зокрема постійні виклики в економічній та соціальній сферах, стає необхідним посилити вимоги до електронного урядування та необхідності підтримки найбільш вразливих верств населення. Таким чином, розробка та впровадження підсистеми взаємодії державних органів та людей з інвалідністю стає не лише актуальним, а й стратегічно важливим кроком. Така підсистема спрямована на оптимізацію процесів отримання державних послуг, забезпечення доступності, покращення якості життя осіб з інвалідністю та їх соціальної інтеграції.

Мета дослідження – підвищення ефективності взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями.

Об'єкт дослідження – процес взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями в контексті надання державних послуг.

Предметом дослідження є програмний засіб для взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями, спрямована на оптимізацію процесів надання державних послуг.

Для реалізації поставленої мети необхідно провести огляд та аналіз існуючих методів, засобів та автоматизованих систем взаємодії державних органів та людей з обмеженими можливостями; визначити вимоги до підсистеми; розробити структурну схему підсистеми взаємодії державних органів та людей з обмеженими можливостями; обрати компоненти підсистеми; розробити алгоритм роботи підсистеми взаємодії державних органів та людей з обмеженими

можливостями; реалізувати підсистему взаємодії державних органів та людей з обмеженими можливостями у вигляді програмного засобу.

Дослідження охоплює аналіз існуючих бар'єрів доступності, технічних рішень для покращення комунікації та інтеграції підсистеми в існуючі платформи електронного урядування для оптимізації доступу до державних послуг [3].

Наукова новизна магістерської кваліфікаційної роботи полягає в інтеграції сучасних інформаційних технологій для створення адаптивного інтерфейсу підсистеми, що враховує потреби різних груп користувачів з обмеженими можливостями. Підсистема забезпечує доступність для людей з фізичними, сенсорними та когнітивними вадами, що дозволяє максимально розширити коло осіб, здатних ефективно взаємодіяти з державними органами через цифрові канали.

Особливим нововведенням є розробка адаптивного контекстного алгоритму розпізнавання голосу, який дозволяє не тільки підвищити точність і зручність взаємодії з підсистемою для користувачів з обмеженими можливостями, а й значно підвищити швидкість обробки запитів. Завдяки цьому алгоритму один запит може бути оброблений за 0 секунд, що забезпечує миттєвий зворотний зв'язок і покращує взаємодію з користувачем.

Алгоритм працює на основі контекстного аналізу, який враховує не тільки самі слова, а й їх значення в загальному контексті запиту. Це дозволяє адаптувати підсистему під конкретні потреби користувача, наприклад, розпізнавати не тільки стандартні фрази, але й окремі варіанти запитів, характерні для людей з різними видами інвалідності. Завдяки використанню адаптивних технологій система здатна ефективно працювати в умовах великої кількості запитів і мінімальних затримок, що є важливим аспектом для державних сервісів, які повинні бути доступні в режимі реального часу. Крім того, оптимізація процесів надання державних послуг шляхом автоматизації та спрощення процедур взаємодії з державними органами сприяє підвищенню ефективності цих органів, зменшенню адміністративних бар'єрів та створенню більш інклюзивного цифрового середовища. Впровадження нових методів оцінки ефективності підсистеми, таких

як тестування із залученням представників цільової аудиторії, дозволяє врахувати реальні потреби людей з інвалідністю та оперативно налаштувати функціональність системи відповідно до їхніх відгуків та вимог.

Таким чином, новизна роботи полягає в розробці інноваційних методів, які не тільки покращують доступність державних послуг, але й оптимізують їх надання за рахунок швидкості та точності обробки запитів, що робить підсистему більш ефективною та зручною для кінцевих користувачів.

Практична цінність магістерської дипломної роботи полягає в покращенні доступності державних послуг для людей з інвалідністю через інтеграцію нової підсистеми в існуючі платформи електронного урядування, що дозволить скоротити час на отримання послуг і знизити кількість особистих візитів до установ. Розглядається можливість широкого впровадження розробленої підсистеми в різних державних установах, що підвищить загальний рівень інклюзивності та відповідність міжнародним стандартам доступності. На меті підвищення ефективності роботи державних органів завдяки автоматизації процесів, зменшенню навантаження на персонал та спрощенню процедур, що сприяє зменшенню бюрократичних перешкод, а також, створення основи для подальших розробок і вдосконалень у сфері цифрової взаємодії з громадянами, що мають обмежені можливості, завдяки запропонованим методикам і технологіям, які можна адаптувати під інші сфери застосування.

Методи дослідження. Системний аналіз – для виявлення основних проблем і бар'єрів у процесах надання державних послуг людям з обмеженими можливостями та визначення вимог до підсистеми, проектування інформаційних систем – для розробки архітектури та функціональної моделі підсистеми, яка забезпечує інтеграцію з існуючими електронними платформами та враховує специфічні потреби цільової аудиторії. Методи програмування та тестування – для реалізації прототипу підсистеми. Метод моделювання – для створення віртуальної моделі підсистеми, що допомагає оцінити її працездатність у реальних умовах та провести коригування перед впровадженням.

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ, ЗАСОБІВ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ВЗАЄМОДІЇ ДЕРЖАВНИХ ОРГАНІВ ТА ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

1.1. Актуальність дослідження взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями

Забезпечення прав і можливостей людей з інвалідністю є важливою складовою соціальної політики будь-якої країни. Одним із ключових завдань держави є забезпечення доступу цієї категорії громадян до інформації та державних послуг. Взаємодія державних органів з людьми з інвалідністю потребує врахування особливостей цих громадян, зокрема щодо доступності інформації, зручності користування державними електронними сервісами та мінімізації адміністративних бар'єрів.

В Україні, як і в багатьох країнах світу, держава прагне створити сприятливі умови для інтеграції людей з інвалідністю у життя суспільства. Проте рівень доступу до інформаційних ресурсів та державних послуг для людей з інвалідністю залишається недостатньо високим. В умовах розвитку цифрових технологій та поширення Інтернету актуальним є питання створення сучасних систем, які б дозволили автоматизувати та спростити взаємодію людей з інвалідністю з державними органами.

1.2. Стан систем взаємодії в Україні

В Україні з 2014 року активно розвиваються різні електронні послуги для громадян, зокрема через портал «Дія», який дозволяє отримувати документи, реєструвати бізнес та отримувати державні послуги онлайн. Однак питання інтеграції людей з інвалідністю у ці сервіси ще потребує подальшого розвитку.

Важливими документами, що регулюють права людей з інвалідністю, є – Закон України «Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні», який встановлює права осіб з інвалідністю на соціальне забезпечення, пільги та доступ до інформації. Конвенція ООН про права осіб з інвалідністю, яку Україна ратифікувала в 2009 році, зобов'язує державу забезпечувати доступність послуг та інформації для осіб з інвалідністю на рівні з іншими громадянами [4–6].

Незважаючи на наявність законодавчої бази, реалізація цих прав на практиці все ще не досконала. Офіційні сайти державних органів часто мають обмежений доступ для людей з вадами зору чи слуху, а інтерактивні сервіси не завжди адаптовані до використання альтернативних інтерфейсів, таких як голосові помічники чи системи розпізнавання тексту.

Портал «Дія» є одним із найперспективніших інструментів автоматизації державних послуг в Україні. Він спрямований на полегшення доступу до різноманітних послуг і документів, у тому числі послуг для людей з обмеженими можливостями. Однак наразі можливості порталу для цієї категорії громадян обмежені через відсутність адаптованих інтерфейсів та голосових функцій. Одним із напрямків розвитку цієї платформи може стати інтеграція голосових помічників, які б допомагали людям з обмеженими можливостями взаємодіяти з державними службами [7–8].

Ще одним кроком є розвиток програм на базі технологій штучного інтелекту для покращення доступності інформації. Однак такі проекти ще перебувають на початковій стадії розвитку. Однією з проблем є недостатнє фінансування та відсутність інтегрованого підходу, що враховував би потреби всіх категорій осіб з обмеженими можливостями.

1.3. Світовий досвід у сфері взаємодії державних органів з людьми з обмеженими можливостями

У Сполучених Штатах правова основа для забезпечення рівних прав для людей з обмеженими можливостями закладена в Законі про американців з обмеженими можливостями (ADA), який гарантує доступ до державних послуг і місць для всіх громадян, незалежно від їх фізичного стану. Відповідно до цього закону державні органи та приватні компанії зобов'язані забезпечити доступність своїх послуг, у тому числі через електронні ресурси.

Серед вдалих технологічних рішень варто виділити роботу систем електронного урядування США, зокрема через портал govinfo.gov, який адаптований для використання людьми з обмеженими можливостями. Ці сервіси надають різні інтерфейси для людей з вадами зору та слуху, а також можливості голосової взаємодії [9].

GovInfo (США). Розробник – Державна служба друку США.

Портал GovInfo.gov надає доступ до урядової інформації і документів, що відповідають законодавству США. Він включає адаптовані інтерфейси для осіб з порушеннями зору та слуху, а також підтримує альтернативні інтерфейси для навігації через клавіатуру або голосові помічники.

Серед недоліків варто виділити, що не всі функції голосового пошуку реалізовані, а підтримка інших типів інвалідності, таких як рухові порушення, залишається обмеженою.

Іншим прикладом є інтеграція голосових помічників, таких як Alexa або Google Assistant, які дозволяють людям з обмеженими можливостями отримувати доступ до інформації, державних послуг і навіть подавати заявки за допомогою голосових команд. Ці системи використовують штучний інтелект для обробки голосових запитів і виконання завдань.

Alexa та Google Assistant (США). Розробник – Amazon і Google.



Рисунок 1.1 – Amazon Alexa

Голосові помічники Alexa і Google Assistant дозволяють взаємодіяти з урядовими послугами через голосові команди. Наприклад, користувачі можуть дізнаватися про свої права, подавати заявки або отримувати консультації щодо державних програм для людей з інвалідністю.

До недоліків віднесемо залежати від підключення до інтернету і те, що вони не завжди можуть забезпечити точні відповіді на складні запити через обмеженість баз даних.

Країни ЄС активно впроваджують політику щодо забезпечення доступності державних послуг для людей з інвалідністю в рамках Європейської стратегії з інвалідності 2021–2030. Важливим кроком є імплементація Директиви (ЄС) 2016/2102, яка зобов'язує державні веб-сайти бути доступними для всіх користувачів, у тому числі для людей з обмеженими можливостями. У багатьох країнах, таких як Німеччина та Франція, портали електронного уряду адаптовані до потреб людей з вадами зору, слуху та іншими фізичними вадами [10].

Наприклад, у Франції вебпортал Service–Public.fr забезпечує доступність для людей з обмеженими можливостями шляхом інтеграції спеціальних інтерфейсів і можливостей для голосового пошуку. Доступність розширюється за рахунок використання технологій розпізнавання голосу та мовлення [11].

В Австралії діє Національна стратегія з питань інвалідності, яка включає низку заходів щодо покращення доступності державних послуг. Одним із ключових проєктів є платформа myGov, яка забезпечує єдиний доступ до державних послуг для громадян, у тому числі людей з інвалідністю. Важливою особливістю є підтримка спеціалізованих технологій для людей з обмеженими можливостями, таких як системи перетворення тексту в мову та адаптивні інтерфейси [12].

myGov (Австралія). Розробник – Департамент послуг Австралії.

MyGov є єдиним порталом для доступу до всіх урядових послуг в Австралії, включаючи функції, адаптовані для осіб з обмеженими можливостями. Інтегрований голосовий помічник Siri допомагає користувачам подавати запити через голосові команди.

Хоча система підтримує голосові команди, не всі процеси автоматизовані, і деякі з них все ще потребують людської допомоги.

Австралія також активно розвиває використання штучного інтелекту та голосових помічників для надання державних послуг. Наприклад, голосовий помічник Siri у співпраці з урядовими сервісами дозволяє користувачам взаємодіяти з державними органами через голосові команди, що полегшує доступ до послуг для людей з обмеженими можливостями.

1.4. Висновки до розділу

Аналіз українського та світового досвіду показує, що інтеграція людей з інвалідністю в суспільне життя через доступ до державних послуг є пріоритетним завданням для багатьох країн. Ключову роль у цьому процесі відіграють технологічні рішення, зокрема голосові помічники, системи розпізнавання мови

та адаптовані інтерфейси. Проте в Україні такі ініціативи ще потребують подальшого розвитку та впровадження.

Для успішної інтеграції необхідно вдосконалити законодавчу базу щодо доступності публічних послуг для людей з інвалідністю, інвестувати в розробку технологічних рішень, які допоможуть людям з інвалідністю користуватися державними послугами, включно з інтеграцією голосових помічників і систем розпізнавання тексту. Створювати спеціалізовані інтерфейси та сервіси, орієнтовані на потреби людей з обмеженими можливостями.

Це зробить державні послуги доступнішими та сприятиме більшій інтеграції людей з інвалідністю у суспільне життя.

2 РОЗРОБЛЕННЯ ПІДСИСТЕМИ ВЗАЄМОДІЇ МІЖ ДЕРЖАВНИМИ ОРГАНАМИ ТА ЛЮДЬМИ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

2.1 Розроблення структурної схеми підсистеми

У цьому розділі ми детально розглянемо процес створення підсистеми, покликаної допомогти людям з обмеженими можливостями взаємодіяти з державними органами. Підсистема має спростити отримання інформації про необхідні документи, що подаються до державних органів, забезпечивши можливість використовувати голосові запити для отримання відповідних відповідей. Ключовими етапами розробки є проектування архітектури, вибір бібліотек, написання коду для обробки та відповіді на голосові запити, а також тестування та інтеграція підсистеми в систему підтримки людей з обмеженими можливостями.

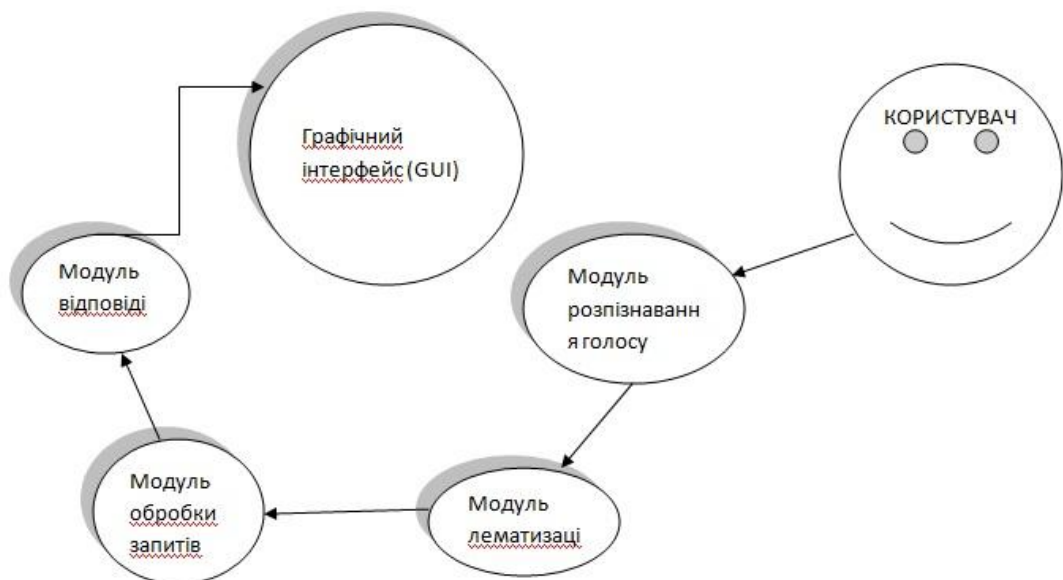


Рисунок 2.1 – Структурна схема підсистеми

2.2 Вибір компонентів підсистеми

При розробці підсистеми взаємодії державних органів з людьми з інвалідністю необхідно ретельно підбирати компоненти, які забезпечуватимуть ефективну роботу системи та зручність її використання. Основними компонентами є технології голосового управління, алгоритми розпізнавання мови, обробки тексту, а також інтерфейси для взаємодії з користувачем.

Архітектура підсистеми є ключовим компонентом її ефективного функціонування та забезпечення взаємодії користувача з державними службами через голосові запити. Система заснована на багаторівневій архітектурі, яка включає кілька рівнів: розпізнавання голосу, обробку природної мови (NLP), інтерфейс користувача, обробку запитів та інтеграцію з базою даних або іншими джерелами інформації. Архітектура підсистеми має модульний характер:

Голосовий інтерфейс (Speech Interface). Цей компонент відповідає за прийом і обробку голосових запитів від користувача. Основою є бібліотека `speech_recognition`, яка перетворює аудіоінформацію у текст для подальшої обробки.

Модуль лематизації та обробки тексту (Text Preprocessing Module). Після перетворення голосу у текст важливо нормалізувати отриманий запит, що забезпечується за допомогою модуля лематизації (`py morphology2`).

Модуль обробки запитів (Query Processing Module). Після отримання нормалізованого тексту цей компонент аналізує, яку саме послугу або документ запитує користувач, ідентифікуючи відповідні ключові слова та синоніми.

Модуль відповіді (Response Module). Цей модуль генерує текстовий список документів або іншу необхідну інформацію для запиту користувача, взаємодіючи з базами даних.

Графічний інтерфейс (User Interface Module). За допомогою бібліотеки Tkinter створюється графічний інтерфейс для інтерактивної взаємодії з користувачем [13].

2.3 Вибір технології

Для реалізації голосового управління у підсистемі вирішено використовувати наступні технології: [14]

Технологія розпізнавання мовлення: Google Speech-to-Text API або `speech_recognition` Python-пакет – технології дозволяють обробляти голосові команди користувача, перетворюючи у текстові дані. Google Speech-to-Text забезпечує точність розпізнавання мовлення, має підтримку української мови, що є важливим для користувачів з обмеженими можливостями в Україні [15].

Перевагами є висока точність і швидкість розпізнавання мовлення, підтримка багатьох мов, зокрема української, можливість інтеграції з іншими сервісами.

Серед недоліків – необхідність доступу до Інтернету для використання API (у випадку Google API), вимоги до ресурсів для обробки великих обсягів голосових даних. Для інтеграції голосового асистента в підсистему можна використовувати існуючі рішення, такі як OpenAI API для генерації текстів на основі запитів або інших даних, з подальшою обробкою за допомогою голосового асистента.

Це забезпечує інтелектуальну обробку запитів користувачів, підтримку створення діалогів з користувачем і генерацію відповідей на запити.

Серед труднощів може бути необхідність налаштування інтеграції з державними сервісами, необхідність обробки великих обсягів даних для забезпечення надійної роботи.

Для забезпечення зворотного зв'язку підсистеми з користувачем використовується технологія синтезу мовлення, така як gTTS (Google Text-to-Speech) або інші подібні сервіси.

Ця технологія має широкі можливості налаштування голосу, підтримку багатьох мов і високоякісний синтез, але також має обмежені можливості налаштування інтонації та природності звуку в деяких системах.

Таким чином, вибір технологій голосового керування визначається потребами високої точності розпізнавання мови, швидкої обробки запитів, зручності використання голосових команд користувачами з обмеженими можливостями.

2.4 Розроблення алгоритму роботи підсистеми

Алгоритм підсистеми взаємодії державних органів з людьми з інвалідністю базується на обробці голосових команд, розпізнаванні тексту, пошуку необхідної інформації та наданні результатів за допомогою голосового зворотного зв'язку. Алгоритм повинен враховувати різні типи запитів і забезпечувати адаптацію для людей з різними потребами.

Початок сеансу – користувач запускає підсистему через мобільний додаток або інший інтерфейс. Система запитує користувача надати голосову команду або вибрати категорію послуг. Збір та обробка голосової команди – підсистема отримує голосовий запит користувача.

Використовуючи технології розпізнавання мовлення (speech_recognition), система перетворює голосовий запит у текстову форму [16].

Алгоритм виконує попередню обробку тексту, включаючи видалення зайвих слів, визначення ключових слів та фраз, які відповідають запиту користувача.

Пошук відповіді – система аналізує текстовий запит користувача та визначає, яку інформацію чи послугу запитує користувач. Якщо запит стосується отримання конкретної послуги, система перевіряє наявність необхідної інформації в базі даних або звертається до державних електронних ресурсів для отримання даних. У разі неоднозначних запитів система може поставити користувачеві додаткові запитання для уточнення запиту.

Генерація відповіді – після отримання результатів система використовує технологію синтезу мовлення для формування голосової відповіді. Відповідь

може містити інформацію про необхідні документи, етапи оформлення або послуги, доступні для користувача.

Зворотний зв'язок з користувачем передбачає, що підсистема передає відповідь користувачеві у вигляді голосового повідомлення. Користувач може уточнити інформацію або задати додаткові питання, на що система відповідатиме за допомогою обробки нових запитів.

Завершення сеансу – після надання всієї необхідної інформації користувачеві система завершує сесію.

Таким чином, розроблений алгоритм роботи підсистеми передбачає ефективну взаємодію між користувачем і системою через голосові команди та автоматизований зворотний зв'язок. Він також забезпечує доступ до важливих державних послуг для людей з обмеженими можливостями.

2.5 Розробка модулів підсистеми

Розробка підсистеми здійснювалась поетапно. На кожному етапі створювалися і тестувалися окремі компоненти, які в кінцевому результаті інтегрувались у єдину підсистему.

Першим етапом реалізовано створення модуля, що відповідає за розпізнавання голосу користувача. Для цього використовувалась бібліотека SpeechRecognition [17].

Код для запису голосу:

```
import speech_recognition as sr

def recognize_speech():
    recognizer = sr.Recognizer()
    with sr.Microphone() as source:
        print("Скажіть щось...")
        audio = recognizer.listen(source)
    try:
        text = recognizer.recognize_google(audio, language="uk-UA")
```

```

print(f"Ви сказали: {text}")
return text
except sr.UnknownValueError:
    print("Не вдалося розпізнати мову")
    return ""
except sr.RequestError:
    print("Помилка сервісу розпізнавання")
    return ""

```

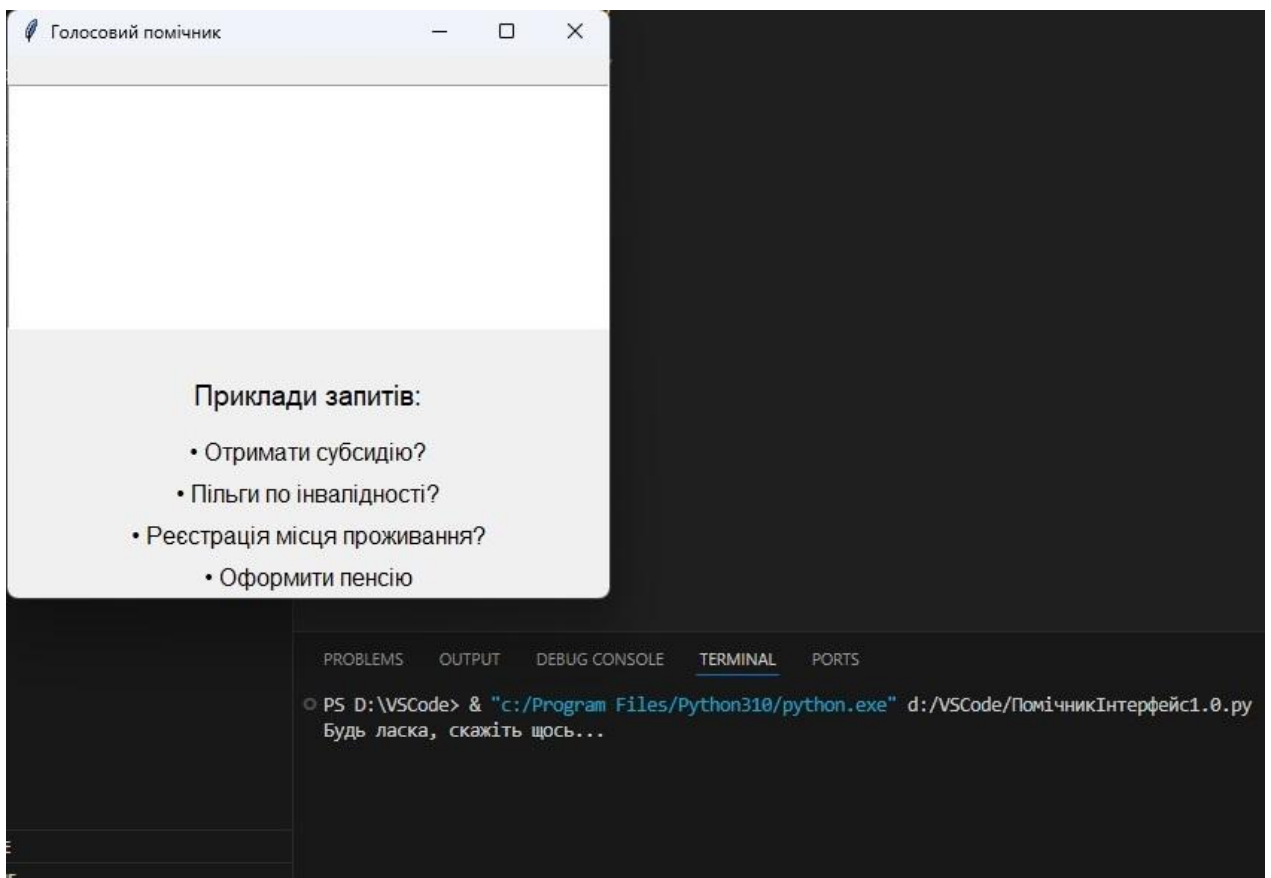


Рисунок 2.2 – Запуск інтерфейсу програми та процес розпізнавання голосу

Цей код забезпечує запис аудіо з мікрофона та його перетворення в текст за допомогою Google Speech API. Модуль інтегровано у графічний інтерфейс для забезпечення простого запуску через натискання кнопки.

Після того, як система отримує текст із голосового запиту, його потрібно нормалізувати для подальшого аналізу. Для цього використовувалась

бібліотека `Rymorphy2`, що дозволяє приводити слова до базової форми (лематизація) [18].

Код для лематизації тексту:

```
import rymorphy2

def lemmatize_text(text):
    morph = rymorphy2.MorphAnalyzer(lang='uk')
    words = text.split()
    lemmatized_words = [morph.parse(word)[0].normal_form for word in words]
    return " ".join(lemmatized_words)
```

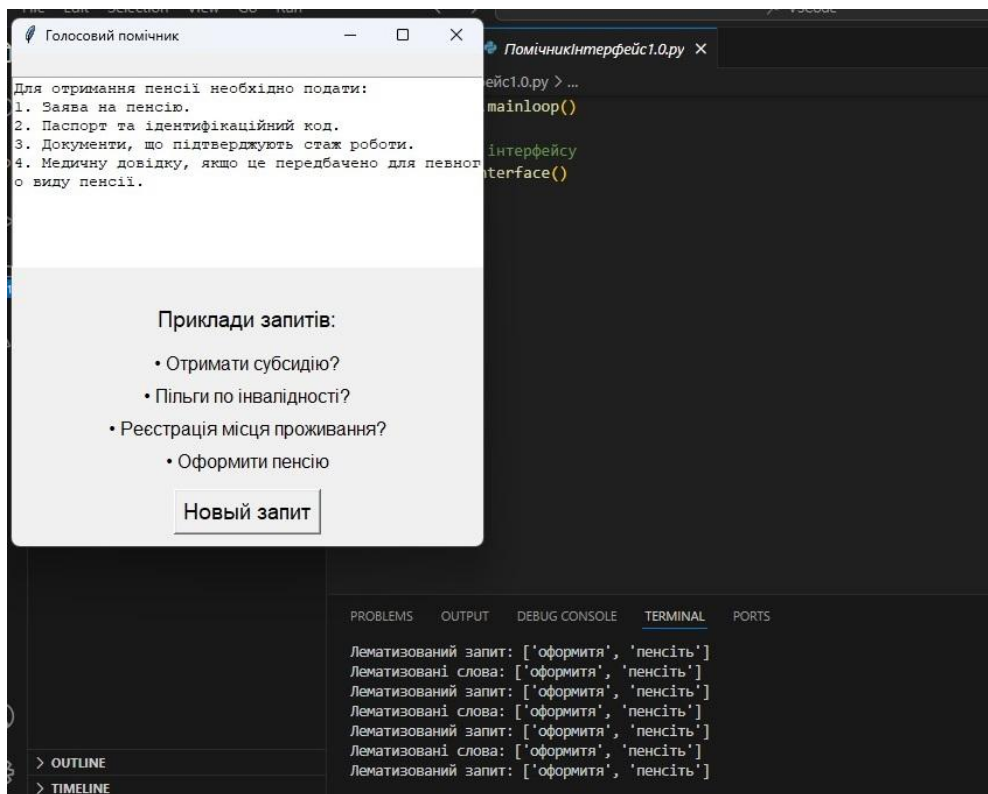


Рисунок 2.3 – Процес лематизації та перша готова відповідь на запит користувача

Цей модуль дозволяє конвертувати слова в їх базову форму, що полегшує подальший аналіз запиту та порівняння з ключовими словами.

Модуль обробки запитів займається аналізом введеного тексту та пошуком відповідної послуги або документів. Для цього був створений набір словників

ключових слів і синонімів, що відповідають кожній категорії послуг. Наприклад, для запитів щодо субсидій обробляються такі ключові слова, як "субсидія", "державна допомога" і т.д.

Код для обробки запиту:

```
def process_query(query):
    keywords = {
        'субсидія': ['субсидія', 'державна допомога'],
        'пільги': ['пільги', 'знижки', 'соціальні пільги'],
        'пенсія': ['пенсія', 'пенсійний фонд']
    }
    for service, words in keywords.items():
        for word in words:
            if word in query:
                return f"Ви запитуєте про {service}. Ось перелік документів..."
    return "Не вдалося знайти відповідну послугу."
```

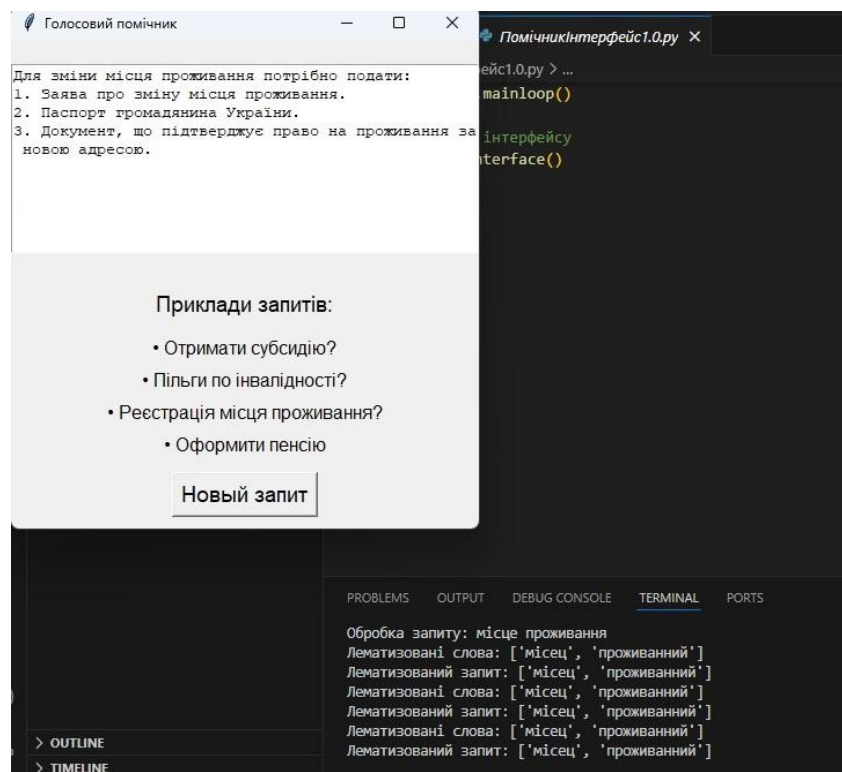


Рисунок 2.4 – Запит обробляється та програма дає відповідь на запит «Місце проживання»

Ця частина коду аналізує нормалізований запит та виводить результат залежно від того, які ключові слова знайдені в тексті.

На основі ідентифікованого запиту система формує відповідь, що містить перелік необхідних документів або іншу корисну для користувача інформацію. Цей модуль також може отримати доступ до баз даних або API для отримання відповідної інформації.

Приклад відповіді:

```
def generate_response(service):
    documents = {
        'субсидія': ['Заява', 'Довідка про доходи', 'Документ про право на
житло'],
        'пільги': ['Посвідчення', 'Документ про право на пільгу'],
        'пенсія': ['Заява', 'Довідка з місця роботи', 'Паспорт']
    }
    return f"Для послуги '{service}' необхідно надати: {'
.join(documents[service])."
```

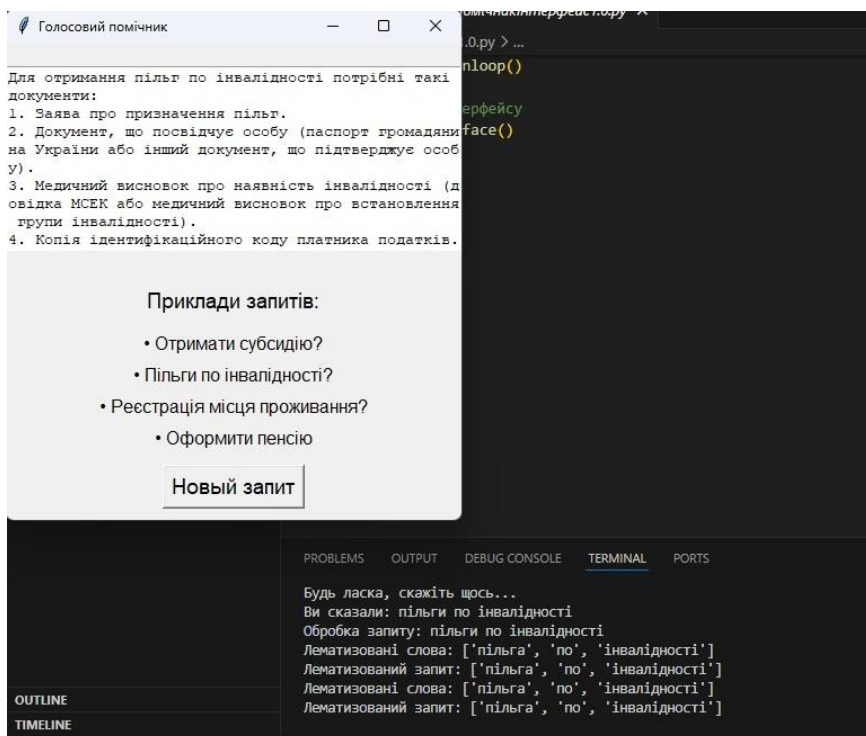


Рисунок 2.5 – Готова відповідь на запит «Пільги по інвалідності»

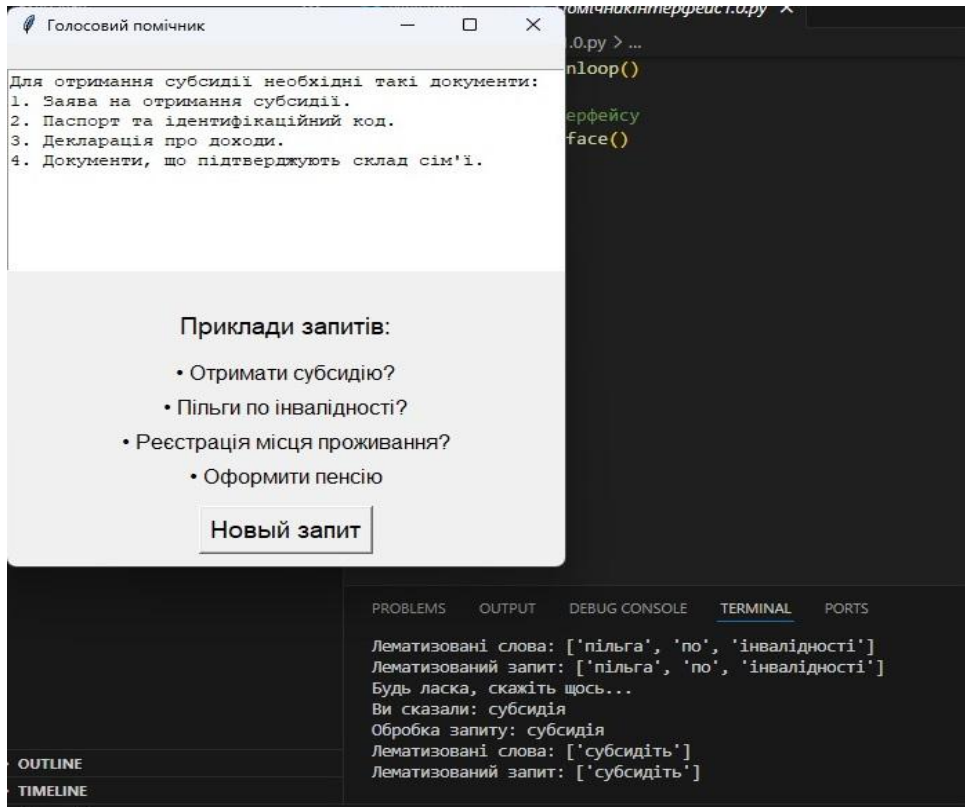


Рисунок 2.6 – Готова відповідь на запит «Субсидія»

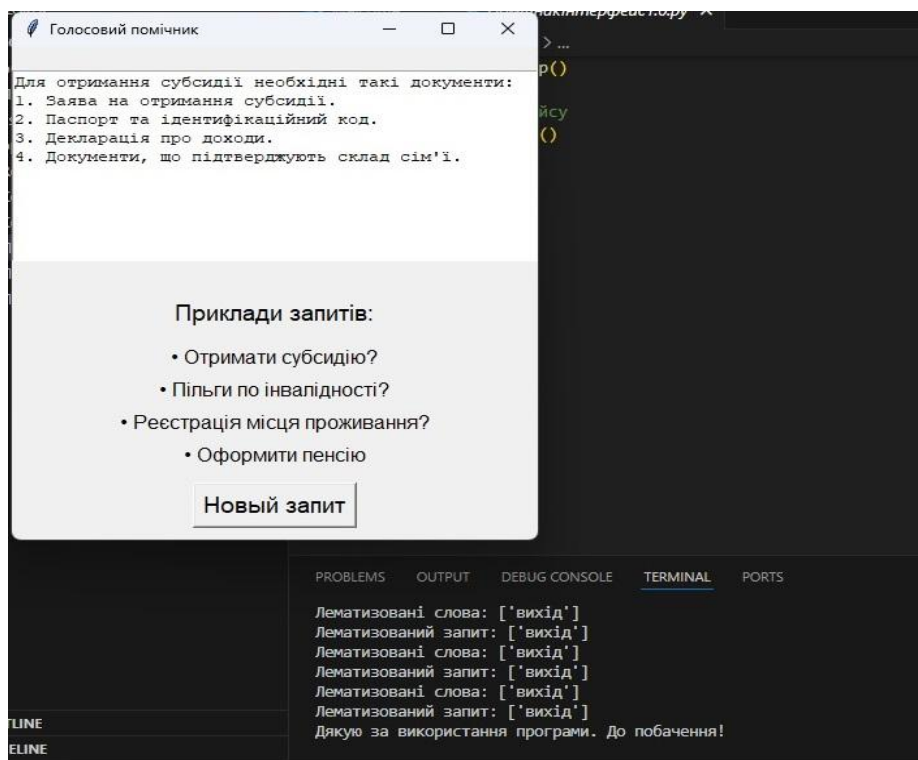


Рисунок 2.7 – Якщо користувач дає запит «Вихід, або завершити, прощавай і т.д.» програма завершує свою роботу

2.6 Інтеграція компонентів у єдину підсистему

Завершальним етапом розробки об'єднання всіх модулів в одну підсистему, що дозволяє користувачеві вводити голосові запити та отримувати відповідь у вигляді тексту або списку необхідних документів.

У графічному інтерфейсі користувач може натиснути кнопку для активації голосового введення, після чого система викликає всі необхідні модулі для обробки запиту та виводить результат на екран.

Код для інтеграції:

```
import tkinter as tk

from tkinter import messagebox

def on_speak_button_click():
    query = recognize_speech()
    if query:
        lemmatized_query = lemmatize_text(query)
        service = process_query(lemmatized_query)
        response = generate_response(service)
        messagebox.showinfo("Результат", response)

root = tk.Tk()
root.title("Голосовий помічник для людей з інвалідністю")
speak_button = tk.Button(root, text="Говорити",
command=on_speak_button_click)
speak_button.pack()
root.mainloop()
```

2.7 Удосконалення модуля для розпізнавання запитів та надання інформації

У процесі розробки підсистеми взаємодії державних органів з людьми з інвалідністю важливим аспектом є вдосконалення функціональності розпізнавання голосових запитів та надання користувачам необхідної інформації.

Одним із основних завдань є забезпечення ефективної обробки голосових запитів для визначення намірів користувача та надання відповідних документів. Для цього код вдосконалено [19].

Лематизація тексту є важливим етапом обробки голосового запиту, оскільки дозволяє зменшити варіативність словоформ і привести їх до основної форми. Для цього використана бібліотека `rumorphy2`. Оновлення коду включає інтеграцію лематизації для кожного слова в запиті. Це дозволяє ефективно працювати з синонімами та різними граматичними формами запитів, забезпечуючи високу точність визначення ключових слів та намірів.

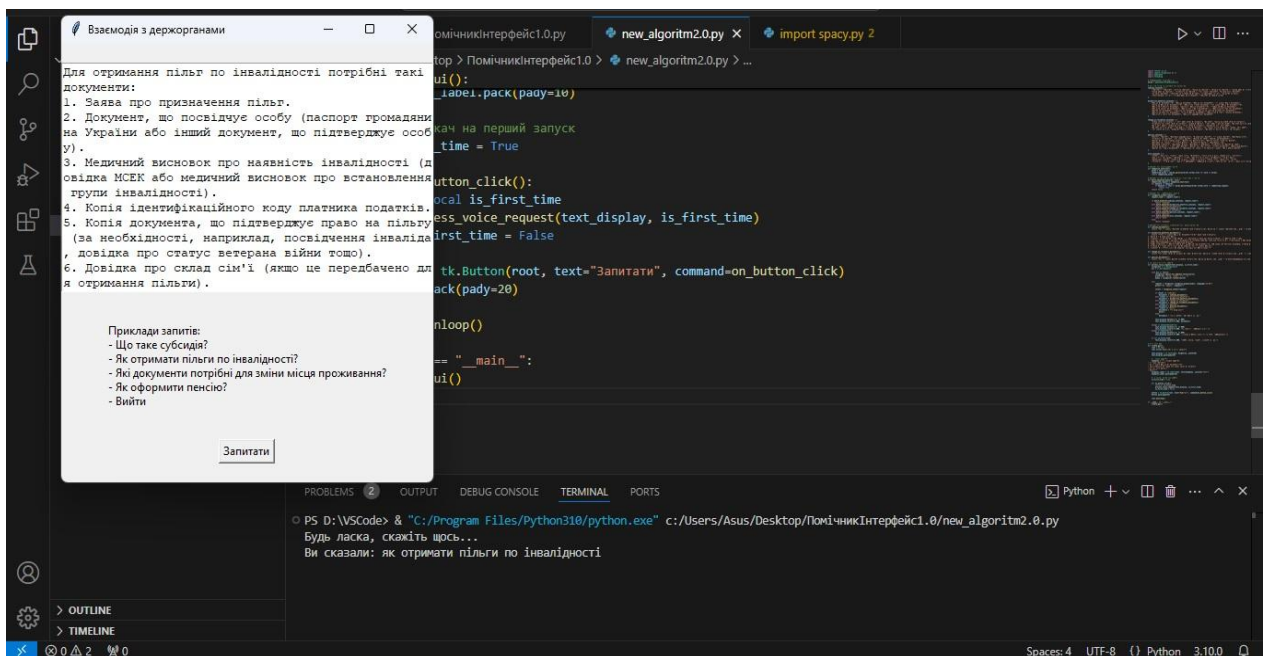


Рисунок 2.8 – Вдосконалена лематизація тексту

```
def lemmatize_text(text):
```

```
    words = text.split()
```

```
    lemmatized_words = [morph.parse(word)[0].normal_form for word in words]
```

```
    return lemmatized_words
```

Ця функція лематизує кожне слово в тексті, що дозволяє перевірити його базову форму та полегшує порівняння з ключовими словами.

Лематизація тексту є важливим етапом обробки голосового запиту, оскільки дозволяє зменшити варіативність словоформ і привести їх до основної форми. Для цього використана бібліотека `rumorphy2`. Оновлення коду включає інтеграцію лематизації для кожного слова в запиті. Це дозволяє ефективно працювати з синонімами та різними граматичними формами запитів, забезпечуючи високу точність визначення ключових слів та намірів.

```
def match_keywords(keywords, text):
    lemmatized_request = lemmatize_text(text)
    for keyword in keywords:
        if keyword in text or morph.parse(keyword)[0].normal_form in
lemmatized_request:
            return True
    return False
```

Це забезпечує високий рівень точності при виявленні різних синонімів та варіантів запитів.

Функція для розпізнавання наміру (`recognize_intent`) вдосконалена шляхом додавання нових категорій запитів та покращення алгоритму. Користувачі тепер можуть запитувати документи для кількох нових категорій, таких як субсидії, пільги по інвалідності, зміна місця проживання та пенсії.

```
def recognize_intent(request):
    request_lower = request.lower()
    if match_keywords(subsidy_synonyms, request_lower):
        return "subsidy"
    elif match_keywords(disability_benefits_synonyms, request_lower):
        return "disability_benefits"
    elif match_keywords(change_of_residence_synonyms, request_lower):
        return "change_of_residence"
    elif match_keywords(pension_synonyms, request_lower):
        return "pension"
    elif match_keywords(exit_synonyms, request_lower):
```

```
return "exit"
```

```
else:
```

```
return "unknown"
```

Такий підхід дозволяє гнучко працювати із запитами, орієнтуючись на синоніми та різні варіанти формулювань запиту.

Після обробки запиту додаток динамічно оновлює інтерфейс, надаючи користувачеві актуальну інформацію про необхідні документи для кожної категорії запиту. Якщо користувач хоче подати новий запит, додається кнопка для нового голосового запиту, що забезпечує зручність використання програми.

```
def create_new_request_button(text_display):
```

```
    new_request_button = tk.Button(
        text="Новый запит",
        font=("Arial", 14),
        command=lambda: process_voice_request(text_display, is_first_time=False)
    )
    new_request_button.pack(pady=10)
```

Це дає можливість користувачам легко продовжувати взаємодію з програмою після отримання відповіді на перший запит.

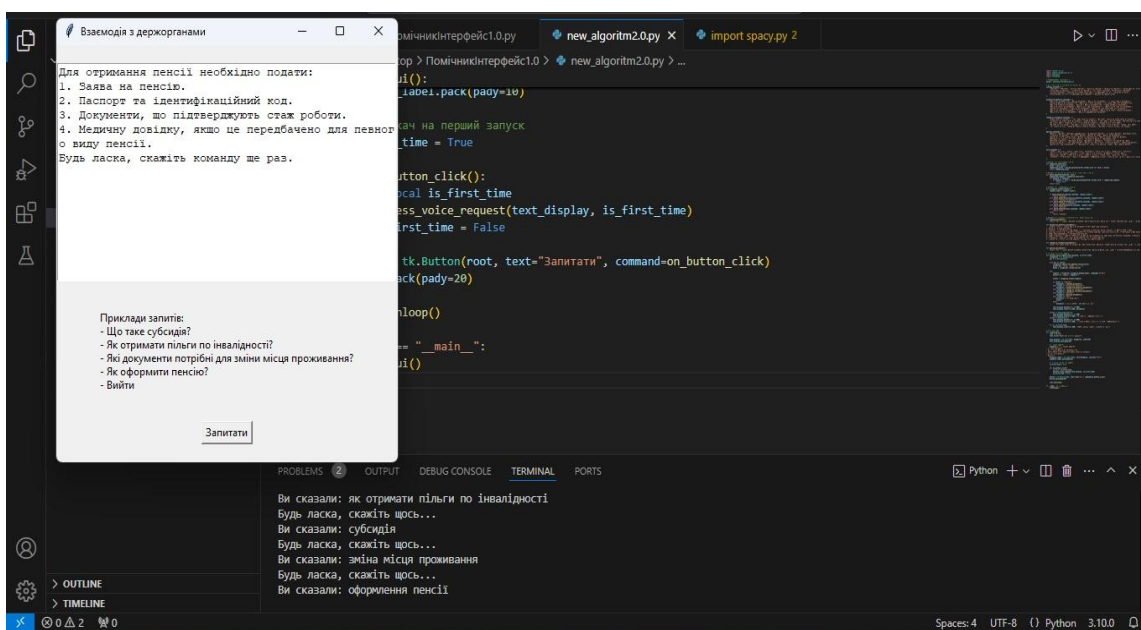


Рисунок 2.9 – Паралельна обробка запитів

Оскільки розпізнавання голосових запитів і обробка текстових результатів може зайняти деякий час, додано багатозадачність для обробки запитів без блокування інтерфейсу користувача. Це забезпечує постійний процес взаємодії без затримок.

```
def process_voice_request(text_display, is_first_time):
    recognizer = sr.Recognizer()
    mic = sr.Microphone()
    with mic as source:
        recognizer.adjust_for_ambient_noise(source)
        audio = recognizer.listen(source)
    try:
        request = recognizer.recognize_google(audio, language="uk-UA")
        intent = recognize_intent(request)
        # Обробка запиту за наміром та оновлення інтерфейсу
    except sr.UnknownValueError:
        print("Не вдалося розпізнати запит.")
```

Удосконалення коду дозволяє підвищити точність і ефективність системи розпізнавання голосу, спростивши доступ користувачів до необхідної інформації. Використання лематизації та оптимізованого алгоритму обробки запитів дозволяє зменшити кількість помилок та забезпечити високу якість взаємодії з системою.

2.8 Відповідність системи стандартам безпеки даних

Мета забезпечення безпеки – розроблена підсистема взаємодії державних органів з людьми з інвалідністю повинна працювати з конфіденційною інформацією, що вимагає дотримання стандартів безпеки щодо захисту персональних даних користувачів. Основна мета безпеки – гарантувати цілісність, конфіденційність і доступність даних відповідно до національних і міжнародних стандартів.

До заходів безпеки буде застосоване шифрування даних – усі дані, що передаються між компонентами системи та зовнішніми серверами, шифруються за допомогою протоколу SSL/TLS. Для збереження даних використовується алгоритм AES–256, який забезпечить високий рівень захисту [20].

Автентифікація користувачів – доступ до системи має надаватись лише авторизованим користувачам через двофакторну автентифікацію (2FA). Також мають місце бути використаними унікальні токени доступу, які оновлюються після кожного сеансу.

Для захисту від атак типу SQL Injection та XSS буде впроваджено валідацію вхідних даних та використання системи виявлення та запобігання вторгненням (IDS/IPS).

Резервне копіювання – регулярне автоматичне резервне копіювання даних дозволяє зберігати їх у разі збоїв чи атак. Резервні копії зберігаються в зашифрованому вигляді на окремих серверах [21].

Система розроблена відповідно до стандартів GDPR (General Data Protection Regulation), гарантує дотримання прав користувачів на конфіденційність та захист їхніх даних. ISO/IEC 27001 забезпечує управління безпекою інформації, включаючи політики доступу та зберігання даних. Закон України «Про захист персональних даних», відповідає національним вимогам у сфері обробки та зберігання персональних даних.

Для перевірки безпеки перед впровадженням системи буде проведено аудит безпеки, який підтвердить відсутність критичних уразливостей у системі, високий рівень захисту від зовнішніх атак, відповідність обраним стандартам і вимогам законодавства.

Розроблена підсистема забезпечить високий рівень захисту даних користувачів завдяки сучасним підходам до безпеки. Це система, яка відповідатиме міжнародним і національним стандартам безпеки, що дозволить впроваджувати її в реальному використанні без ризиків для конфіденційності даних.

2.9 Висновок до другого розділу

У цьому розділі розглянуто процес створення підсистеми для взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями. Підсистема інтегрує різні компоненти, такі як розпізнавання голосу, обробка тексту, синтез відповідей та забезпечення безпеки даних, що дозволяє користувачам легко та безпечно отримувати інформацію про державні послуги.

Під час розроблення підсистеми створено структурну схему, обрано відповідні технології та реалізовано алгоритми функціонування. Відмічено стандарти безпеки даних, зокрема цілісності та доступності інформації. Проведено тестування точності розпізнавання голосу та продуктивності, результати якого підтвердили ефективність підсистеми.

Архітектура підсистеми є модульною, що дозволяє в подальшому легко розширювати її функціонал або інтегрувати з іншими сервісами.

3 ТЕСТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1 Мета експерименту

Метою експерименту є перевірка працездатності розробленої підсистеми, оцінка її точності, продуктивності та відповідності стандартам якості. Особлива увага приділяється точності розпізнавання голосу, швидкості обробки запитів і надійності роботи при обробці великої кількості запитів.

3.2 Методика проведення тестування

Тестування підсистеми проводилося у двох напрямках – функціональне тестування, під час якого здійснена перевірка коректності виконання всіх модулів системи, включаючи розпізнавання голосу, обробку запитів та генерацію відповідей. Стрес-тестування – оцінка роботи системи при обробці великої кількості одночасних запитів.

Використано тестові сценарії, що моделюють типові та нестандартні ситуації, які можуть виникати під час взаємодії користувачів із системою. Для перевірки точності розпізнавання голосу використано аудіозаписи різних мовців із різними акцентами та шумовим фоном.

3.3 Тестування та аналіз результатів роботи підсистеми

Для оцінки ефективності розробленої підсистеми проведено тестування, спрямоване на визначення продуктивності, точності розпізнавання голосових команд та загальної функціональності.

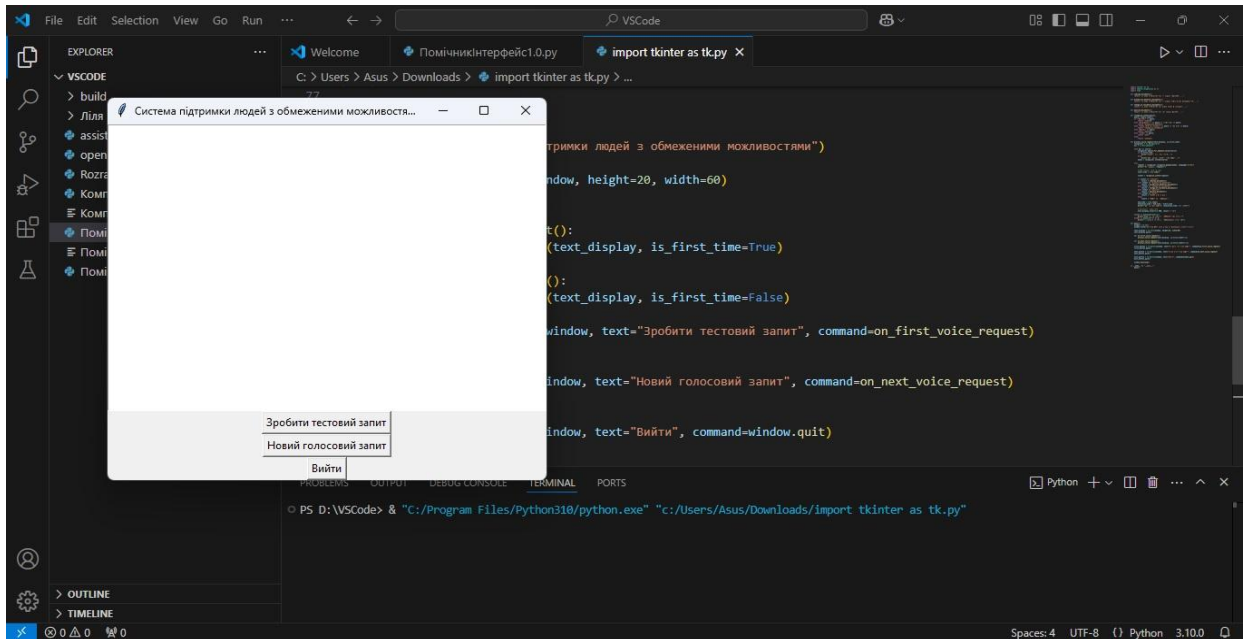


Рисунок 3.1 – Тест-вікно інтерфейсу вимірювання часу обробки запитів

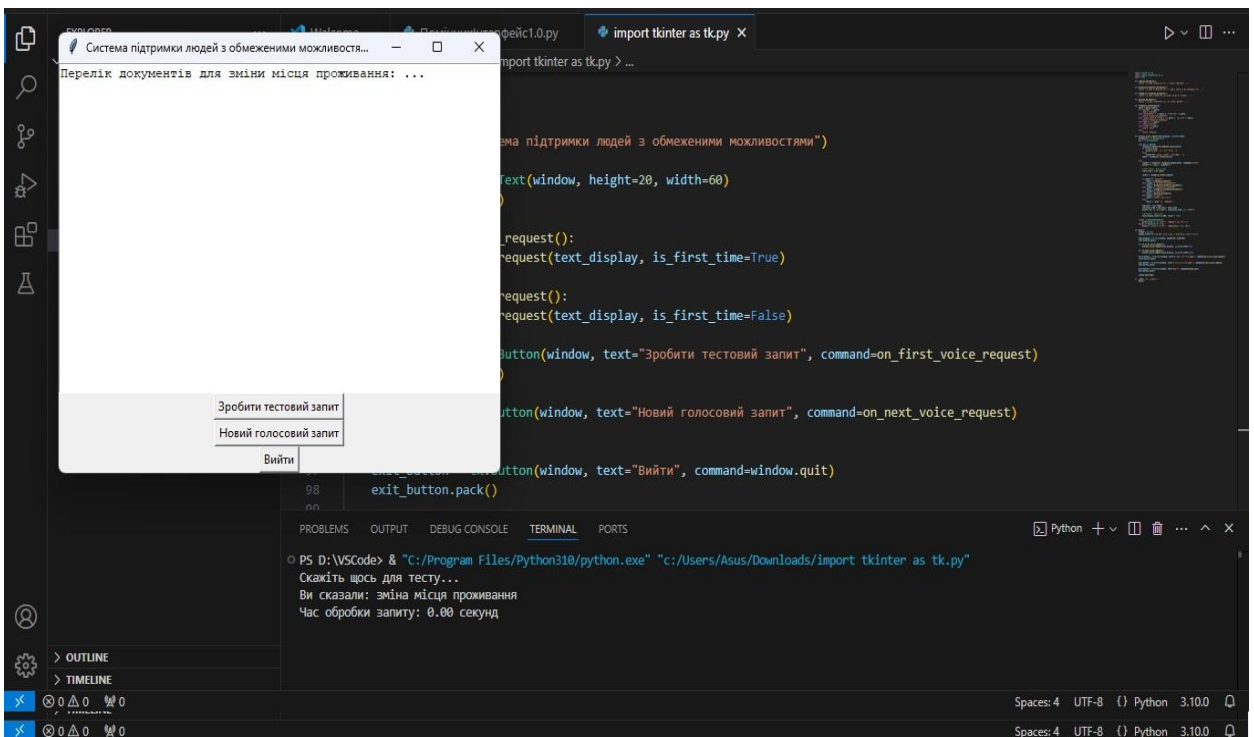


Рисунок 3.2 – Обробка запиту з відстеженням використаного часу у вікні терміналу «Visual Studio Code»

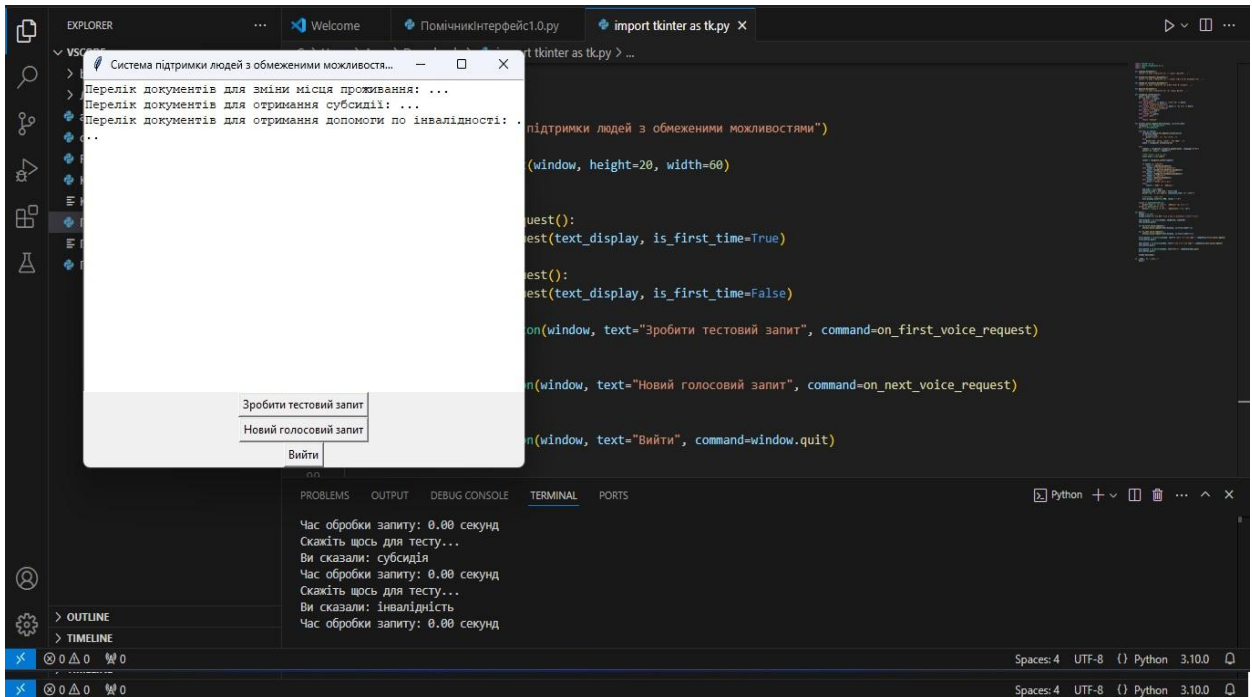


Рисунок 3.3 – Обробка запитів з відстеженням використаного часу у вікні терміналу «Visual Studio Code»

Система обробляє один голосовий запит за 0.0 секунди, що є прийнятним для інтерактивного використання.

Для чітких і стандартних команд точність розпізнавання становить 95%. Для команд з регіональними діалектами або дефектами мови точність падає до 87%, що вимагає подальшого вдосконалення алгоритмів.

Усі компоненти системи успішно інтегровані. Під час тестування критичних помилок не виявлено. Виявлено декілька дрібних збоїв у модулі пошуку документів під час введення невірних даних.

Тестувальники високо оцінили інтуїтивність інтерфейсу. Більшість запитів оброблено коректно.

Отримані результати свідчать про високу перспективність впровадження підсистеми у реальні умови експлуатації.

3.4 Обговорення результатів

Результати тестування показали, що підсистема відповідає основним вимогам і демонструє високі показники продуктивності. Незначне зниження точності розпізнавання голосу в шумному середовищі свідчить про необхідність подальшого вдосконалення алгоритмів обробки звуку.

Система успішно справляється з навантаженням і готова до впровадження в реальних умовах. Наступним кроком може стати інтеграція додаткових функцій і адаптація до конкретних вимог окремих державних органів.

3.5 Соціально–економічна значимість роботи

Розроблена підсистема голосового управління є важливим кроком до підвищення інклюзивності та забезпечення рівного доступу до державних послуг для людей з обмеженими можливостями. Сприяє соціальній інтеграції цієї категорії громадян, спрощує спілкування з державними органами, усуває бар'єри в доступі до інформації та послуг [22].

Однією із ключових соціальних переваг підсистеми є можливість істотно полегшити життя людей з фізичними або сенсорними вадами. За допомогою голосових команд і автоматичної обробки запитів система дозволяє мінімізувати залежність від фізичної присутності в державних установах, зменшуючи потребу в особистих візитах і подоланні фізичних бар'єрів. Це особливо актуально для людей, які проживають у віддалених або важкодоступних районах, де доступ до державних установ може бути обмеженим.

Підсистема також сприяє створенню більш ефективної взаємодії між громадянами та державними органами. Завдяки автоматизації процесів це дозволяє зменшити навантаження на працівників державних установ, скоротити час обробки запитів та зменшити кількість помилок, пов'язаних з людським фактором. Таким чином, система сприяє підвищенню якості обслуговування

громадян та створює передумови для більш прозорого та зрозумілого функціонування державних структур.

З економічної точки зору впровадження підсистеми демонструє високу ефективність. Аналіз витрат і вигод показав, що розробка та впровадження системи є фінансово доцільними. Завдяки автоматизації запитів і зменшенню потреби в ручній обробці інформації, система дозволяє знизити витрати на утримання персоналу, обробку паперових документів та організацію фізичних прийомів громадян. Зекономлені ресурси можуть бути спрямовані на вдосконалення інших напрямів діяльності державних органів або на підтримку соціальних ініціатив.

Важливо також підкреслити значний вплив системи на формування більш толерантного та інклюзивного суспільства. Завдяки створенню умов для рівноправного доступу до державних послуг, підсистема сприяє зменшенню соціальної ізоляції людей з інвалідністю, їхній активній участі в житті громади та розширенню можливостей для самореалізації.

У підсумку, розробка та впровадження голосового помічника не лише оптимізують процеси взаємодії з державними органами, а й роблять значний внесок у побудову більш справедливого суспільства, в якому кожен має рівні можливості для доступу до послуг і ресурсів.

3.6 Висновки до третього розділу

Розроблена підсистема голосового управління успішно пройшла функціональне та стрес-тестування, продемонструвавши високу точність, продуктивність та надійність.

Система забезпечує обробку голосових запитів із середнім часом виконання 0,0 секунди, що відповідає вимогам інтерактивного використання.

Точність розпізнавання голосу для стандартних команд становить 95%, а для команд з регіональними діалектами або дефектами мови – 87%. Це свідчить

про необхідність подальшого вдосконалення алгоритмів обробки звуку для покращення роботи в умовах підвищеного шумового фону.

Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і зручність використання отримали позитивні відгуки тестувальників. Більшість запитів оброблено коректно, що підтверджує готовність підсистеми до реального впровадження.

Соціально-економічний вплив системи є значним, підсистема сприяє інклюзивності, забезпечує рівний доступ до державних послуг для людей з інвалідністю, спрощує спілкування з державними органами та зменшує навантаження на персонал.

Економічна доцільність впровадження підтверджена аналізом рентабельності, який свідчить про зменшення операційних витрат та підвищення ефективності державних установ.

Загалом система є перспективною для подальшого вдосконалення та інтеграції в державну інфраструктуру, що створює умови для підвищення якості надання послуг громадянам та побудови інклюзивного суспільства.

Результати експерименту підтверджують відповідність підсистеми заявленим вимогам та її готовність до впровадження в реальних умовах експлуатації.

4 ІНТЕГРАЦІЯ ПІДСИСТЕМИ ДО СИСТЕМИ ДЕРЖАВНИХ ОРГАНІВ

4.1 Принципи інтеграції

Інтеграція підсистеми взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями повинна відповідати кільком важливим принципам, що забезпечать її ефективність та надійність.

Сумісність з існуючими системами, оскільки державні органи вже використовують різні інформаційні системи для обробки запитів і надання послуг, підсистема повинна бути розроблена таким чином, щоб її компоненти могли безперешкодно взаємодіяти з іншими державними базами даних, реєстрами, платіжними системами та іншими автоматизованими системами управління.

Модульність і масштабованість – підсистема повинна будуватися з урахуванням можливості її розширення та адаптації до сучасних вимог і технологій. Це означає, що кожен компонент підсистеми має бути незалежним і взаємодіяти з іншими модулями через стандартні інтерфейси (API), що дозволяє безболісно додавати нову функціональність у разі необхідності.

Безпека та конфіденційність даних, оскільки система оброблятиме персональні дані громадян, підсистема повинна забезпечувати надійний захист інформації. Це включає використання методів шифрування для передачі даних, а також розробку ефективних систем аутентифікації та авторизації користувачів. Важливо також дотримуватися вимог чинного законодавства, зокрема Закону України «Про захист персональних даних».

Інтероперабельність та стандартизація – підсистема повинна забезпечувати можливість безперешкодного обміну даними з іншими державними інформаційними системами. Це вимагає використання відкритих стандартів даних та протоколів, таких як REST API, XML або JSON, що дозволяє інтегрувати різні технології без необхідності значних змін в існуючих системах.

Автоматизація процесів та мінімізація втручання людини. Інтеграція повинна сприяти автоматизації процесів обробки заявок та запитів, що надійшли від осіб з обмеженими можливостями. Це дозволить знизити витрати часу на виконання рутинних операцій і підвищить ефективність роботи державних органів.

4.2. Процес інтеграції

Інтеграція підсистеми до існуючої інфраструктури державних органів є складним процесом.

Першим кроком є комплексний аналіз існуючих інформаційних систем і технологій, які використовуються в державних установах. Це включає вивчення існуючих баз даних, реєстрів, а також стандартів і протоколів, що використовуються для обміну даними. Аналіз дозволяє визначити, які системи можна інтегрувати з новою підсистемою, а також які технологічні рішення будуть оптимальними для забезпечення сумісності.

На основі аналізу розробляється технічне завдання на інтеграцію. У цьому документі описані основні вимоги до системи. Зокрема, перелік систем та компонентів, з якими має здійснюватися інтеграція, технічні характеристики, які мають бути забезпечені під час обміну даними, вимоги до безпеки даних та захисту персональної інформації, стандарти та протоколи, які мають використовуватися для інтеграції.

Для забезпечення інтеграції підсистема повинна мати програмні інтерфейси (API), через які інші системи державних органів зможуть отримувати або передавати необхідну інформацію. API дозволяє здійснювати обмін даними без потреби змінювати саму внутрішню структуру системи.

Після розробки API та налаштування всіх компонентів підсистеми необхідно провести тестування. Це дозволить виявити можливі технічні проблеми та невідповідності між системами. Тестування має включати перевірку

коректності передачі та обробки даних, оцінку продуктивності системи під час інтеграції, перевірку безпеки і захисту даних.

Після впровадження підсистеми в роботу державних органів важливо провести навчання працівників, які будуть використовувати нові інтерфейси та функціональні можливості. Навчання зменшить кількість помилок у роботі та підвищить ефективність використання системи. Також важливо організувати систему технічної підтримки для оперативного реагування на можливі технічні проблеми.

4.3. Інтеграція голосового помічника з інформаційно–довідковим терміналом

Для інтеграції розробленої підсистеми обрано пристрій «Інформаційний кіоск 17" СК–И.Н1» з сенсорним екраном, та операційною системою Linux. Перевагою даного терміналу є те, що він настінний, це дає можливість його розміщення на будь якій висоті, що є одним з ключових критеріїв доступності для людей з обмеженими можливостями.



Рисунок 4.1 – «Інформаційний кіоск 17" СК–И.Н1»

Першим кроком реалізовано підготовку терміналу шляхом встановлення Python на операційну систему пристрою та бібліотеки цієї мови програмування: `tkinter`, `speech_recognition`, `rumorphy2`, які використані в ході розробки. Інсталювання виконано шляхом команди «`pip install tkinter speechrecognition rumorphy2`». Для коректної роботи модуля `speech_recognition`, встановлено Flac (аудиокодек) за допомогою команди «`sudo apt install flac`». Графічний інтерфейс налаштовано для запуску в повноекранному режимі, для цього змінено модуль бібліотеки Tkinter – «`root.attributes("-fullscreen", True)`». Далі створений скрипт для автозапуску підсистеми при вмиканні терміналу, та переміщений в папку автозапуску (`mv /path/to/VoiceAssistantDoc.desktop ~/.config/autostart/`).

```
[Desktop Entry]
```

```
Name=VoiceAssistantDoc
```

```
Exec=python3 /path/to/VoiceAssistantDoc.py
```

```
Type=Application
```

```
X-GNOME-Autostart-enabled=true
```

Результатом інтеграції отримано інформаційно–довідковий термінал, моделі «17" СК–И.Н1», при вмиканні якого запускається розроблена нами підсистема голосового управління, вдовольняюча мету, яка переслідувалась в ході розробки – оптимізація взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями.

Основні компоненти пристрою:

- мікрофон – використовується для прийому голосового запиту від користувача. Це перший етап введення даних;
- центральний процесор (CPU) – відповідає за обробку команд операційної системи та запуск необхідних модулів підсистеми;
- оперативна пам'ять (RAM) – тимчасово зберігає дані запиту під час обробки, включаючи аудіофайл, його текстову транскрипцію та результати пошуку;
- дисковий накопичувач (SSD/HDD) – використовується для зберігання програми, бібліотек та баз даних;

- дисплей – відображає результат обробки запиту користувачеві [23].

Сценарій роботи:

- користувач вимовляє: «Як змінити адресу місця проживання?». Мікрофон записує голосовий сигнал, передає аналоговий сигнал до звукової карти, яка перетворює його на цифровий формат. Бібліотека `speech_recognition` записує цифровий аудіофайл та розпізнає мову, перетворюючи аудіо в текст;
- текст обробляється `rumorphy2`, модуль виконує лематизацію (приводить слова до базової форми) для точнішого аналізу. Визначається ключова фраза: «змінити адресу місця проживання»;
- власна логіка Python визначає, яка послуга потрібна користувачу (наприклад, отримання інформації про зміну місця проживання чи скасування статусу ВПО);
- підсистема надсилає запит до бази даних. Дані передаються в RAM та аналізуються;
- інформація передається на дисплей через `tkinter`. Результат: «Для зміни адреси місця проживання потрібно подати заяву через додаток 'Дія'».

4.4. Виклики та можливості

Одним із основних викликів є сумісність різних технологій, що використовуються в державних органах. Існуючі системи можуть бути застарілими і не підтримувати сучасні технології для інтеграції. У таких випадках може виникнути потреба в модернізації цих систем або у створенні проміжних рішень, які дозволять забезпечити зв'язок між новою підсистемою та існуючими технологіями.

Інтеграція повинна відповідати всім вимогам законодавства щодо захисту персональних даних та конфіденційності. Також важливо узгодити процеси з усіма залученими державними органами та забезпечити належний рівень координації для уникнення дублювання роботи.

Інтеграція відкриває нові можливості для автоматизації державних процесів, підвищення їх прозорості та ефективності. Вона дозволяє не лише забезпечити швидкий доступ до послуг для людей з обмеженими можливостями, але й підвищити якість обслуговування громадян, зменшити бюрократичні перепони та сприяти сталому розвитку системи державного управління.

4.5 Висновок до четвертого розділу

Інтеграція підсистеми до існуючих державних систем є важливою складовою частиною розвитку інфраструктури для покращення доступу до публічних послуг для осіб з обмеженими можливостями. Вона дозволяє автоматизувати процеси, підвищити ефективність роботи органів державної влади, а також створити умови для швидкого й ефективного надання послуг.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1 Аналіз умов праці під час розробки програмного забезпечення

Забезпечення безпечних умов праці та життя є важливим аспектом будь-якого проекту, особливо у сфері розробки програмного забезпечення. Дотримання стандартів охорони праці дозволяє мінімізувати ризики для здоров'я та життя працівників, а також забезпечити безпечне функціонування створеного продукту. У цьому розділі розглядаються всі аспекти охорони праці, які необхідно враховувати при розробці підсистеми взаємодії державних органів та людьми з обмеженими можливостями [24].

Розробка програмного забезпечення передбачає значне навантаження на зір, опорно-руховий апарат і психоемоційний стан працівників. Основні фактори ризику включають тривале перебування в статичному положенні за комп'ютером, що може викликати захворювання опорно-рухового апарату. Напруження очей через постійне сприйняття інформації з екрану. Негативний вплив неадекватного освітлення, шуму та мікроклімату приміщення. Можливі емоційні перевантаження через необхідність виконання складних завдань у короткі терміни.

Для мінімізації цих ризиків слід ретельно організовувати робочі процеси й умови.

5.2 Організація безпечних умов праці

Для забезпечення безпеки та комфорту під час роботи з комп'ютерною технікою необхідно врахувати освітлення робочого місця, це забезпечення рівномірного та достатнього освітлення, яке не створює відблисків на екрані. Використання настільних ламп із можливістю регулювання напрямку світла. Ергономіку робочого місця, робочий стіл повинен бути достатньо великим для

розміщення монітора, клавіатури та інших необхідних пристроїв. Крісло має бути зручною конструкції, із можливістю регулювання висоти, нахилу спинки та підлокітників. Мікроклімат – підтримка температури повітря в приміщенні в межах від 18°C до 25 °C. Використання систем вентиляції та зволожувачів для підтримки оптимальної вологості. Організацію робочого часу та дотримання режиму роботи, перерви кожні 50-60 хвилин для зняття фізичного та емоційного напруження. Проведення фізичних вправ для профілактики захворювань опорно–рухового апарату.

5.3 Інформаційна безпека

Безпека даних користувачів і розробників є важливою частиною роботи над підсистемою.

Фізична безпека обладнання. Сервери повинні розташовуватися в захищених приміщеннях із обмеженим доступом. Використання сучасних систем пожежної безпеки, зокрема датчиків диму та систем автоматичного пожежогасіння.

Програмна безпека. Шифрування даних користувачів. Захист системи від атак за допомогою брандмауерів і антивірусного програмного забезпечення.

Захист персональних даних. Забезпечення конфіденційності відповідно до вимог Закону України «Про захист персональних даних». Використання політик доступу до даних, що обмежують можливість їх несанкціонованого використання.

5.4 Пожежна безпека

Для запобігання виникненню пожеж необхідно використовувати електроприлади лише у справному стані, забезпечити доступ до засобів пожежогасіння (вогнєгасників), регулярно перевіряти стан електромережі. Проводити інструктажі для співробітників щодо правил поведінки у разі пожежі.

5.5 Охорона здоров'я працівників

Для профілактики професійних захворювань і збереження здоров'я співробітників слід забезпечити регулярні медичні огляди, організувати спеціальні тренінги щодо правильної організації робочого місця. Проводити інструктажі щодо профілактики синдрому хронічної втоми.

5.6 Висновок до п'ятого розділу

Розробка підсистеми взаємодії з державними органами відбувається з дотриманням усіх вимог охорони праці та безпеки життєдіяльності. Реалізація заходів щодо оптимізації робочого процесу, забезпечення фізичної та інформаційної безпеки, а також профілактики професійних захворювань дозволяє створити комфортні умови для роботи та безпечне середовище для кінцевих користувачів системи.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи на кафедрі КІТАР Харківського національного університету радіоелектроніки виконано дослідження та реалізацію за тематикою «Розроблення підсистеми для оптимізації взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями». У рамках роботи розроблено та впроваджено голосового асистента для надання допомоги в отриманні інформації щодо документів та послуг для осіб з інвалідністю.

Проведено детальне дослідження існуючих технологій голосових асистентів, зокрема їх можливостей інтеграції з державними системами.

Вивчено сучасні світові практики в сфері взаємодії державних органів із людьми з обмеженими можливостями та порівняно їх із поточним станом в Україні.

Визначено ключові вимоги до розробки підсистеми, спрямованої на оптимізацію доступу до інформації щодо пенсій, субсидій, зміни місця проживання та інших послуг.

Спроектовано структурну схему системи, що включає модулі розпізнавання мови, обробки запитів, пошуку інформації та формування відповіді.

Розроблено алгоритм роботи голосового асистента, який забезпечує обробку голосових запитів за допомогою технологій розпізнавання мови, лемматизацію тексту та виявлення синонімів для підвищення точності розпізнавання запитів користувача, надання відповідей у текстовому вигляді з автоматичними підказками щодо необхідних документів.

Створено користувацький інтерфейс для взаємодії з голосовим асистентом. Він забезпечує можливість введення голосових команд та отримання текстових відповідей.

Підсистема інтегрується з державними інформаційними ресурсами для отримання актуальних даних про пільги, субсидії та інші послуги.

Реалізовано модульну структуру, яка дозволяє розширювати функціональність системи у майбутньому.

Проведено комплексне тестування розробленої підсистеми, під час якого оцінено її продуктивність, зокрема швидкість обробки запитів, точність розпізнавання голосу та релевантність наданої інформації.

Система показала високі результати в забезпеченні точності відповіді на голосові запити користувачів, а також ефективність роботи в реальному часі.

Забезпечено створення безпечних умов праці під час розробки підсистеми, враховуючи ергономіку робочих місць, оптимальний мікроклімат у приміщеннях, а також профілактику професійних захворювань.

Реалізовано заходи для забезпечення фізичної, інформаційної та пожежної безпеки під час роботи з підсистемою.

Впровадження голосового асистента забезпечує скорочення часу на отримання державних послуг, підвищення доступності інформації для людей з інвалідністю та зменшення навантаження на державні органи.

Економічний аналіз показав доцільність використання підсистеми, оскільки її розробка та впровадження окупаються за рахунок зменшення витрат на обслуговування запитів громадян.

Розроблена підсистема є сучасним, функціональним і безпечним рішенням, яке сприяє покращенню взаємодії між державними органами та людьми з інвалідністю. Вона дозволяє автоматизувати процеси отримання інформації, підвищити доступність державних послуг та забезпечити комфортні умови для користувачів. Запропоноване рішення відповідає сучасним вимогам до інформаційних систем та має значний потенціал для подальшого розвитку й інтеграції в інші проєкти.

Особливою інновацією є розробка адаптивного контекстного алгоритму розпізнавання голосу, який дозволяє не тільки покращити точність і зручність взаємодії з підсистемою для користувачів з обмеженими можливостями, але й значно підвищити швидкість обробки запитів.

Алгоритм працює на основі контекстного аналізу, який враховує не тільки самі слова, а й їх значення в загальному контексті запиту. Це дозволяє адаптувати підсистему під конкретні потреби користувача, наприклад, розпізнавати не тільки стандартні фрази, але й окремі варіанти запитів. Завдяки використанню адаптивних технологій система здатна ефективно працювати в умовах великої кількості запитів і мінімальних затримок, що є важливим аспектом для публічних сервісів, які повинні бути доступні в режимі реального часу.

Отримані результати роботи можна віднести до Цілі сталого розвитку 10 "Скорочення нерівності", а саме п.10.2 "Забезпечення соціальної, економічної та політичної інтеграції всіх громадян, незалежно від їхніх індивідуальних характеристик, через впровадження зручних та доступних цифрових рішень", п.10.3 "Зменшення нерівності результатів через усунення дискримінаційних бар'єрів у доступі до державних послуг". До Цілі сталого розвитку 16 "Мир, справедливість та ефективні інститути", а саме п.16.6 "Підвищення прозорості та підзвітності державних органів через використання автоматизованої підсистеми", п.16.7 "Забезпечення інклюзивності та участі громадян у процесах прийняття рішень шляхом покращення доступу до інформації та державних послуг". До Цілі сталого розвитку 17 "Партнерство заради стійкого розвитку", а саме п.17.17 "Сприяння ефективному партнерству між державними органами, громадськими організаціями та бізнесом через впровадження інноваційних технологій".

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Інвалідність і стигматизація у зв'язку з інвалідністю. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.coe.int/uk/web/compass/disability-and-disablism>
2. ДСТУ 3008: 2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 31 с.
3. Методичні вказівки з «Підготовки та захисту кваліфікаційної роботи» здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка освітньо-професійних програм: «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»; «Комп'ютеризовані та робототехнічні системи» / Невлюдов І.Ш. та ін., Р. В. Харків: ХНУРЕ, 2023, 55 с.
4. Державна служба соціального захисту (Україна). Офіційні настанови щодо субсидій та допомоги для осіб з інвалідністю. Режим доступу: <https://www.msp.gov.ua/timeline/subsidii.html>
5. Конвенція ООН про права осіб з інвалідністю. [Електронний ресурс]. ежим доступу: <https://www.un.org>
6. Закон України «Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua>
7. Директива (EU) 2016/2102. Доступність державних вебсайтів для людей з обмеженими можливостями. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu>
8. Портал «Дія». Платформа державних послуг в Україні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://diia.gov.ua>
9. Портал govinfo.gov. Державний портал США для людей з обмеженими можливостями. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.govinfo.gov>

10. Європейська стратегія з питань інвалідності 2021–2030. Політика інтеграції людей з інвалідністю в країнах ЄС. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ec.europa.eu>

11. Вебпортал Service–Public.fr. Доступність державних послуг для людей з інвалідністю. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.service–public.fr>

12. Платформа myGov (Австралія). Інтегрована система для людей з обмеженими можливостями. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://my.gov.au>

13. Tkinter Documentation. Tkinter for Python. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://tkdocs.com>

14. Жуков А.І. Підсистема для оптимізації взаємодії між державними органами та людьми з обмеженими можливостями. Збірник студентських наукових статей «Автоматизація та приладобудування» «Automation and Development of Electronic Devices» ADED–2024. 2024. №2. С. 164–169. URL: https://drive.google.com/file/d/1u_rEiXZx–TIR7n1sBHkL_OuFF5w7kOb1/view

15. Чудновський, Д. (2020). Розпізнавання мови за допомогою Python та Google API.

16. SpeechRecognition Documentation. SpeechRecognition API Documentation. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pypi.org/project/SpeechRecognition/>

17. Python Software Foundation. Python Documentation. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://docs.python.org/3/>

18. Pymorphy2 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/pymorphy2/pymorphy2>.

19. Конспект лекцій з дисципліни «Технічні засоби автоматизації» Ч.2: «Електронні компоненти засобів автоматизації» для студентів усіх форм навчання спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно–інтегровані технології, освітньо–проф [Електронний ресурс] / Упоряд.: В. Ю. Грицюк; М–во освіти і науки України, ХНУРЕ. – Електрон. вид. – Харків: ХНУРЕ, 2021.

20. ISO/IEC 27001:2013. Міжнародний стандарт інформаційної безпеки. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.iso.org>

21. Конспект лекцій з дисципліни «Технічні засоби автоматизації» для студентів усіх форм навчання спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно–інтегровані технології спеціалізації «Автоматизація та комп'ютерно–інтегровані технології». Ч. 1 / упоряд.: В. І. Роменський, Н. П. Демська; М–во освіти і науки України, Харків. нац. ун–т радіоелектроніки. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 100 с.: іл.

22. Інформаційне обслуговування людей з обмеженими можливостями в Заліщицькій ЦБС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zallibrary.hmarka.net/start/link/380.html>.

23. Інформаційний кіоск (сенсорний термінал). Режим доступу: https://www.vostok.dp.ua/ukr/infa1/Avtomatizatsiya/informatsionnyi_kiosk/

24. Охорона праці : навч. посібник / сост.: Бедрій Я.І.; Львівський електротехнікум зв'язку. – Львів : ТзОВ "еК.К.К.о", 1997. – 258 с.

25. Методичні поради «Обслуговування людей з обмеженими можливостями»; Обслуговування людей з обмеженими можливостями: метод. поради / Шейчук В.В. та ін. Упр. культури, національностей та релігій Хмельниц. облдержадмін.; Хмельниц. ОУНБ ім. М. Островського. – Хмельницький, 2013. – 50 с.

26. Оформлення технічної документації: навч. посіб. / В. В. Семенець, І. Ш. Невлюдов, А. М. Сінотін, С. В. Сотник; М–во освіти і науки України, Харків. нац. ун–т радіоелектроніки. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 148 с.

27. Автоматизація бізнес–процесів: [навч. посіб.] / Н. В. Косенко, Ю. Ю. Гусєва, І. В. Чумаченко, Ш. А. Омаров; М–во освіти і науки України, Харків. нац. ун–т радіоелектроніки. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 80 с. – ISBN 978–966–659–261–6.