

УДК 004.8

СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПНОСТІ ВЕБСАЙТІВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ ІЗ ПОРУШЕННЯМИ ЗОРУ

Мельнічук А.Є.

e-mail: andrii.melnichuk@nure.ua

Науковий керівник – к.т.н. проф. Чала Л.Е.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. III
м. Харків, Україна

According to the World Health Organization, as of 2023 at least 2.2 billion people worldwide have vision impairments. In the digital era, the Internet plays a crucial role in providing access to information, education, and services, making web accessibility an important issue. However, many web resources remain difficult to use for people with visual impairments despite the use of assistive technologies such as screen readers and Braille displays. International standards such as the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) aim to improve web accessibility. This work focuses on the development of an intelligent question-answering system that retrieves information from web pages based on a user's voice query and provides responses in spoken form.

Станом на 2023 рік, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, щонайменше 2,2 мільярда людей у світі мають порушення ближнього або дальнього зору [1]. Значна частина цих випадків пов'язана з порушеннями, які можна було б попередити або скоригувати за умови своєчасної діагностики та лікування, однак доступ до відповідної медичної допомоги залишається нерівномірним у різних регіонах світу.

Загальна доступність інтерфейсів спрямована на усунення бар'єрів для сприйняття цифрової інформації всіма категоріями користувачів незалежно від їхніх фізичних обмежень. Наприклад, для осіб із порушеннями зору критично важливим є забезпечення якісної семантичної структури вебсторінок, що дозволяє програмам зчитування з екрана (screen readers) коректно ідентифікувати елементи інтерфейсу та озвучувати текстові альтернативи для графічного контенту, водночас цифрова доступність для людей із порушеннями слуху передбачає обов'язкове дублювання аудіовізуальної інформації у текстовому форматі. Це включає наявність субтитрів для відеоматеріалів, текстову транскрипцію аудіозаписів, а також візуальну індикацію системних сповіщень та звукових сигналів інтерфейсу [2].

В умовах стрімкої цифровізації суспільства інтернет став невід'ємною складовою повсякденного життя, забезпечуючи доступ до освіти, працевлаштування, державних послуг, соціальної взаємодії та інформаційних ресурсів. Відповідно, забезпечення цифрової доступності для осіб із порушеннями зору є не лише технічною, а й соціально значущою та правозахисною проблемою. Недостатній рівень доступності

вебресурсів призводить до цифрової ізоляції значної частини населення та обмежує їхню участь у суспільному житті. Наразі люди з порушеннями зору використовують різноманітні допоміжні технології для роботи в мережі Інтернет (зокрема, програми зчитування з екрана NVDA, JAWS, VoiceOver та TalkBack). Ці програмні засоби здійснюють аналіз структури вебсторінки, ідентифікують текстові елементи, кнопки, посилання, поля введення та інші компоненти інтерфейсу, після чого озвучують їх за допомогою синтезатора мовлення або передають інформацію на брайлівські дисплеї. Брайлівські дисплеї дозволяють користувачам тактильно зчитувати текст у режимі реального часу, проте їхня вартість залишається занадто високою, що суттєво обмежує доступність таких пристроїв для широкого кола користувачів [3].

Для зменшення бар'єрів у доступі до вебресурсів були розроблені спеціалізовані міжнародні стандарти цифрової доступності. Одним із найбільш поширених і визнаних стандартів у цій сфері є Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) – рекомендації з доступності вебконтенту, розроблені у межах ініціативи Web Accessibility Initiative [4]. Ці рекомендації визначають набір принципів, критеріїв і практичних вимог, спрямованих на те, щоб вебконтент був доступним для максимально широкого кола користувачів, зокрема для осіб із різними видами інвалідності. Застосування рекомендацій WCAG передбачає, зокрема, забезпечення текстових альтернатив для зображень, коректну семантичну структуру HTML-документів, можливість навігації за допомогою клавіатури, достатній рівень контрастності між текстом і фоном, а також сумісність вебресурсів із допоміжними технологіями, такими як програми зчитування з екрана.

Метою цієї роботи є розроблення інтелектуальної питання-відповідної системи, здатної за голосовим запитом користувача отримувати інформацію з вебсторінки та надавати відповідь у голосовій формі.

В роботі пропонується концепція системи (рис. 1), заснованої на структурному та семантичному аналізі вебсторінок, зокрема методах обробки HTML-документів і виділенні змістовних блоків інформації, з використанням технології синтезу мовлення (text-to-speech) з урахуванням вимог до природності та зрозумілості аудіовідповіді.



Рисунок 1 – Архітектура системи

Система складається з таких модулів:

- модуль сприйняття (STT), який передбачає використання Whisper API для високоточного перетворення голосового запиту користувача в текст;
- семантичний парсер контенту: скрипт, що аналізує DOM-дерево сторінки, очищує його від реклами/навігації та створює текстову анотацію (векторне представлення);
- інтелектуальне ядро: модель яка отримує запит користувача та анотацію сторінки для пошуку конкретної відповіді;
- модуль озвучування (TTS) на основі технологій нейронного синтезу (Google Cloud TTS) для забезпечення природності звучання.

Запропонована система забезпечуватиме перетворення мовлення в текст для подальшого аналізу запиту, та генерації релевантної відповіді з наступним перетворенням тексту в мовлення.

Реалізація такої системи сприятиме підвищенню автономності осіб із порушеннями зору під час роботи з інтернет-ресурсами, зменшенню когнітивного навантаження та розширенню їхнього доступу до інформаційного простору, таким чином користувачі з порушеннями зору зможуть працювати з сайтами, які не повністю адаптовані під стандартні screen readers, та використовувати програмне рішення як альтернативу дорогим брайлівським дисплеям.

Список використаних джерел:

1. Vision impairment and blindness. World Health Organization (WHO). URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment> (дата звернення: 05.03.2026).
2. Shovkovyi, Y., Grinyova, O., Udovenko, S., & Chala, L. (2023). Automatic sign language translation system using neural network technologies and 3D animation. INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND SCIENTIFIC SOLUTIONS FOR INDUSTRIES, 4(26), 108–121. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2023.26.108>.
3. Digital Braille Displays Market Trends Analysis Research Report By Type (Compact Braille Cells Braille Displays (30-80 Braille Cells), Dispersible Braille Cells Braille Displays (80-360 Braille Cells)), By Application (Blind School, Office) & Region (North America, Europe, APAC, MEA, South America) - Global Forecast to 2030. For Insights Consultancy. URL: <https://www.forinsightsconsultancy.com/reports/digital-braille-displays-market> (дата звернення: 05.03.2026).
4. (WAI) W. W. A. I. WCAG 2 Overview. Web Accessibility Initiative (WAI). URL: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/> (дата звернення: 05.03.2026).