

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ДП «АНТОНОВ»



МАТЕРІАЛИ

XVI Міжнародної
науково-технічної конференції
“АВІА-2023”

18-20 квітня 2023 року

Київ 2023

Матеріали XVI міжнародної науково-технічної конференції
«АВІА-2023». –К.: НАУ, 2023.

За науковий зміст викладеного матеріалу відповідають автори.

Секції

1. Конструкція, міцність та зносостійкість авіаційної техніки
2. Електротехнічні та світлотехнічні системи і комплекси
3. Автоматизація та енергозбереження на транспорті
4. Сучасні технології підтримання льотної придатності повітряних суден
5. Система управління безпекою авіації
6. Двигуни та енергетичні установки
7. Електроніка та телекомунікації
8. Сучасні тенденції у навчанні авіаційної англійської мови
9. Автоматизовані системи управління технологічними процесами та рухомими об'єктами
10. Комп'ютеризовані системи керування рухомими об'єктами
11. Стан і перспективи розвитку авіоники
12. Аеронавігація
13. Кібербезпека та програмна інженерія
14. Комп'ютеризовані системи управління
15. Моделювання, чисельні методи та інформаційні технології в прикладній математиці
16. Комп'ютерні системи та компоненти
17. Перспективи авіаційних досліджень у Європі
18. Дизайн архітектурного середовища
19. Аерокосмічна геодезія та землеустрій
20. Будівництво та експлуатація аеропортів
21. Дизайн 2D, 3D
22. IT-Дизайн
23. Економічні бізнес-технології та інструменти маркетингу підприємницьких структур
24. Економічні механізми та інструменти інфраструктурних трансформацій: міжнародний та національний вимір
25. Фінансові ринки, облік, аналіз і аудит в умовах сучасних концепцій управління економічним потенціалом авіаційних підприємств
26. Транспортні технології, менеджмент і логістика
27. Міжнародні відносини в умовах глобальних викликів сучасності
28. Сучасні трансформації соціальних комунікацій
29. Міжнародне право в умовах сучасних глобалізаційних процесів
30. Авіація і туризм
31. Міжнародне економічне співробітництво України у авіаційній та космічній сферах
32. Мультимедійні технології та системи
33. Правове забезпечення єдиного повітряного простору
34. Мовна підготовка фахівців авіаційної галузі
35. Психологія безпечної експлуатації авіаційного транспорту
36. Управління, адміністрування та психологічне забезпечення в авіаційній галузі
37. Сучасні аеропортові технології та експлуатація авіаційної наземної техніки

*Л.В. Харитонова, к. ф.-м. н., В.В. Цимбалюк
(Національний транспортний університет, Україна)
О.Г. Куценко, к. ф.-м. н., О.М. Харитонов, к. ф.-м. н.
(Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)*

Визначення залишкового ресурсу обладнання та трубопроводів АЕС за допомогою системи моніторингу і діагностики

Описано алгоритми розрахунку залишкового ресурсу обладнання та трубопроводів АЕС за критерієм втоми на основі даних, що поступають від систем моніторингу та діагностики. Розглянуті питання побудови скінченно-елементних моделей обладнання та застосування методу суперпозиції розв'язків при розробці алгоритмів розрахунку параметрів напружено-деформованого стану.

Безпека експлуатації обладнання АЕС є однією з найбільш актуальних задач сучасної атомної енергетики. Одним з ефективних заходів для підвищення безпеки експлуатації є впровадження автоматизованих систем моніторингу параметрів обладнання і наближеної діагностики стану систем, в тому числі - визначення залишкового ресурсу. Залишковий ресурс обладнання визначається за кількома критеріями, серед яких, найбільш важливим, зокрема для трубопроводів, є циклічна втома. Залишковий ресурс обладнання за критерієм втоми оцінюється відповідно до формули:

$$a_i = \frac{N_i}{[N_0]_i}, \quad (1)$$

де N_i - кількість зареєстрованих циклів i -ого типу, $[N_0]_i$ - допустима кількість циклів i -ого типу, яка визначається за кривими втоми [1].

Для визначення циклів навантаження складається послідовність зареєстрованих експлуатаційних режимів обладнання, для кожного з яких розраховується послідовність зміни зведених напружень в часі. Побудова залежностей зведених напружень від часу основана на алгоритмі співвіднесення визначених в кожен момент часу головних осей з осями певної, наперед визначеної системи координат (рис. 1), таким чином, що головні напруження перенумеровуються, виходячи з критерію найменших кутів, утворених головними осями з осями зафіксованої наперед визначеної системи координат.

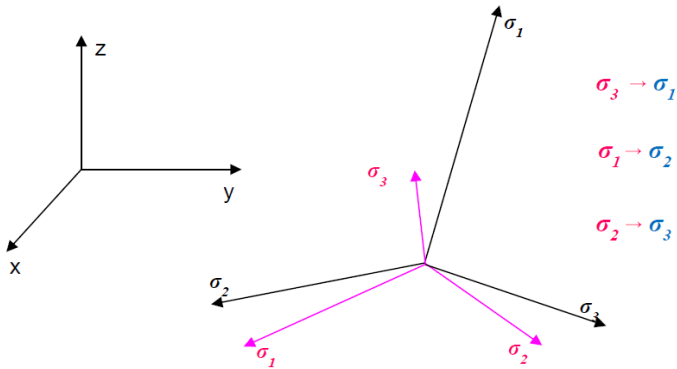


Рис.1. Перенумерування головних напружень

Розрахунок напружень і інших характеристик напружено-деформованого стану (НДС) відбувається за допомогою методу функцій впливу, реалізація якого можлива завдяки застосуванню лінійних моделей і, як наслідок, принципу суперпозиції розв'язків. Принцип суперпозиції в даному випадку формується таким чином: значення певної характеристики НДС, що виник внаслідок сукупності навантажень, дорівнює сумі значень відповідної характеристики для кожного з навантажень, взятого окремо. При цьому припускається лінійний відгук системи на навантаження. У відповідних моделях всі залежності лінеаризовані, зокрема, всі температурні залежності властивостей матеріалів усереднені за температурою. Для розробки функцій впливу розроблено повну скінченно-елементну модель важливого для безпеки обладнання АЕС (рис. 2).

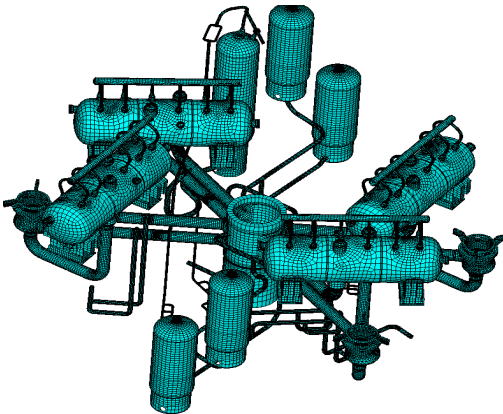


Рис.2. Повна скінченно-елементна модель важливого для безпеки обладнання АЕС

Таким чином, обладнання, що моделюється, описується зв'язаною системою елементів. Розраховані за допомогою вказаної моделі функції впливу являють собою задані в табличному вигляді відгуки (значення характеристик НДС) в контрольних точках описаної системи на одиничні навантаження, що виникли в обраних елементах. Так що кожна функція впливу відповідає за навантаження в своєму елементі. При цьому розроблені два типи функцій впливу – механічні (навантаженням є внутрішній тиск) і температурні (навантаженням є зміна температури). Після розрахунку залежності зміни зведених напружень від часу, цикли навантаження виділяються з цієї залежності за допомогою методу дощу.

Зараз на багатьох енергоблоках АЕС України встановлені сучасні ефективні датчики контролю температури, тиску та переміщень. Інформація від цих датчиків служить основою для роботи систем АСУС. Виходячи з даних датчиків температури та тиску, використовуючи функціональні залежності теплогідрравліки, в кожен момент часу визначаються значення температури та тиску в системах АЕС, що описані повною моделлю і включені до обсягу АСУС. Алгоритми АСУС основані на накопиченні даних за певний період часу і їх наступної обробки з проведенням ідентифікації теплогідрравлічного режиму і доповненням отриманих від датчиків даних результатами заздалегідь виконаних розрахунків для цього теплогідрравлічного режиму. Можлива також обробка даних з частотою їх отримання даних від датчиків. Сформовані розподіли температури та тиску в гідрооб'ємах використовуються як граничні умови для розрахунків міцності за допомогою функцій впливу.

Реалізація зазначених алгоритмів у вигляді єдиного програмного комплексу дозволяє ефективно розв'язувати задачі по проведенню експрес-оцінювання залишкового ресурсу в процесі експлуатації і корекції заходів з управління старінням.

Висновки

Розглянуті підходи до розрахунку параметрів напружено-деформованого стану важливого для безпеки обладнання і трубопроводів АЕС в режимі онлайн, виходячи з даних, що поступають від датчиків температури та тиску, які входять до складу автоматизованих систем моніторингу і діагностики. Розглянуті алгоритми моделювання і розрахунку параметрів напружено-деформованого стану, що основані на методі функцій впливу.

Список літератури

1. ASME Boiler and Pressure Vessel Code. Section XI. Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components. 2010.
2. Unified Procedure for Lifetime Assessment of Components and Piping in WWER NPPs VERLIFE – Version 2021, v.2.

Проектування та створення інформаційної системи голосового управління розумного будинку.

Спроектовано інформаційний кросплатформенний додаток управління розумним будинком з голосовим інтерфейсом. Визначено структурну схему, Встановлено, що всі можливі переходи та зміни станів системи включають в себе голосове управління.

Домашня автоматизація, або розумний будинок – система домашніх пристроїв, здатних виконувати дії і вирішувати певні повсякденні завдання без участі людини. Домашня автоматизація розглядається як окремий випадок інтернету речей, вона включає доступні через інтернет домашні пристрої, в той час як інтернет речей включає будь-які пов'язані через інтернет пристрою в принципі. Системи голосового управління здатні полегшити та спростити взаємодію користувача з комп'ютерною системою. Особливо дана ідея розвивається у напрямку концепції так званих розумних пристроїв. Більше того, іноді голосовий інтерфейс є необхідним компонентом, наприклад, коли йде мова про людей з обмеженими можливостями. Задачею таких систем є виділення та розпізнавання із потоку звукового сигналу набору мовних команд. Причому при введенні якоїсь команди система не повинна реагувати на інші частини мовного сигналу.

Перш за все, необхідно спроектувати схему сайту відповідно до функцій, що має виконувати інформаційна система - це створення продуманої моделі ефективного веб-ресурсу на етапі підготовки до створення дизайну. Створення структури сайту, а саме - структури розділів і інтерфейсу, дозволяє оптимізувати процес розробки. Створений прототип дозволяє оцінити його відповідність завданням і при необхідності внести зміни в попередню модель. Таким чином, розробка дизайну і програмної частини відбуватиметься на основі прототипу, що дозволить уникнути несподіванок і виконати роботу максимально оперативно і ефективно [1].

Таким чином, структурна схема веб-додатку містить форму реєстрації, адміністративну панель та панель вибору кімнати з вікнами управління та тригерами. Панель головних налаштувань містить тригери управління глобальними функціями системи автоматизації. Панель управління кімнатами має доступ до форм керування, що були створені для сторінки вибору кімнати для управління. Панель перегляду зображень кімнат містить галерею із фото, що розташовані за принципом слайдера. Панель екстрених викликів – можливість швидкого доступу до гарячих ліній екстрених служб при виникненні непередбачуваних ситуацій. Усі можливі переходи та зміни станів системи включають в себе голосове управління.

Технологія голосового управління

Web Speech API дозволяє взаємодіяти з голосовими інтерфейсами у веб-додатках. Він складається з двох частин – SpeechSynthesis – перетворення тексту в мову та SpeechRecognition – асинхронне розпізнавання мови. Web Speech API дозволяє веб-програмам обробляти голосові дані. Доступ до мовлення здійснюється через інтерфейс SpeechRecognition, який забезпечує можливість розпізнавання контексту мовлення з аудіовходу (зазвичай за допомогою служби розпізнавання мови за умовчанням пристрою) і відповідати належним чином.

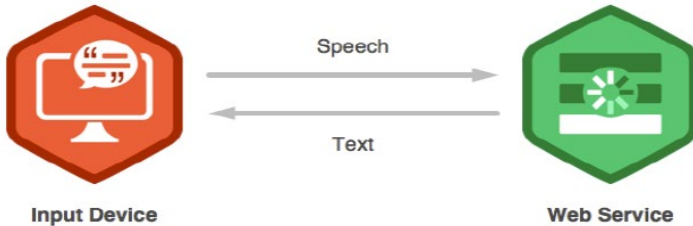


Рисунок 1 – Схема роботи Web Speech API

Як правило, використовується конструктор інтерфейсу для створення нового об'єкта SpeechRecognition, який має ряд оброблювачів подій для виявлення, коли мовлення здійснюється через мікрофон пристрою. Для створення голосового інтерфейсу будемо використовувати бібліотеку annyang.

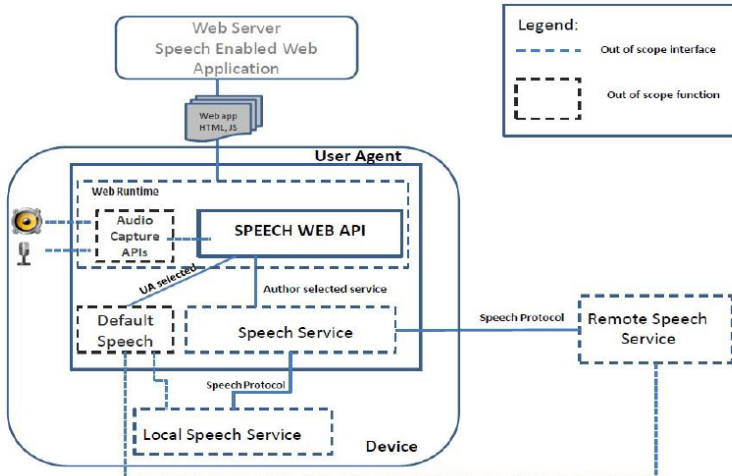


Рисунок 2. – Схема голосового розпізнавання Web Server

Інтерфейс SpeechGrammar представляє контейнер для певного набору граматики, який прилад повинен розпізнати. Граматика визначається за допомогою JSpeech Grammar Format (JSGF) [2].

Синтез мовлення здійснюється через інтерфейс SpeechSynthesis, компонент «текст-мовлення», який дозволяє програмам прочитати текстовий вміст (зазвичай за допомогою синтезатора рішень за замовчуванням пристрою). Різні типи голосів та текстів представлені об'єктами SpeechSynthesisVoice та SpeechSynthesisUtterance. Отримати голосове відображення можна, передаючи об'єкти методу SpeechSynthesis.speak() [3].

Голосове розпізнавання передбачає отримання мовлення через мікрофон пристрою, який потім перевіряється службою розпізнавання мов у списку граматики (в основному, словник, який окремо вказується в кожному додатку) Коли слово або фраза успішно розпізнаються, вони передаються як результат (або список результатів) у вигляді текстового рядку, з якими в результаті можуть бути ініційовані подальші дії. Web Speech API має основний інтерфейс контролера - SpeechRecognition – плюс ряд тісно пов'язаних інтерфейсів для представлення граматики, результатів тощо. Як правило, стандартна система розпізнавання мовлення, доступна на пристрої, буде використовуватися для розпізнавання мови - більшість сучасні ОС мають систему розпізнавання мовлення для випуску голосових команд. Наприклад, Mac OS X, Siri на iOS, Cortana в Windows 10, Android Speech, тощо [4].

Реалізувати голосове розпізнавання команд веб-додатком виконаємо за допомогою бібліотеки JavaScript Annyang. Annyang – невелика бібліотека із відкритим вихідним кодом, важить 2 кілобайта та знаходиться у вільному доступі для використання у проектах відповідно до MIT ліцензії. Розпізнавання мовлення відрізняється залежно від використовуваного протоколу:

<https://> Один раз просить про дозвіл і запам'ятовує вибір.

<http://> Просить багаторазового дозволу на кожну завантаження сторінки. Результати також повертаються значно повільніше в HTTP.

Фактична обробка мовлення та перетворення команд в текст виконується в хмарі, тому швидше з'єднання зумовлює оптимальнішу роботу додатку. Коли розпізнавання мови відбувається в безперервному режимі, результати повертаються повільніше (браузер чекає, коли людина закінчить розмовляти, щоб побачити, чи є щось ще, що людина хоче додати). Якщо вимкнути режим безперервного режиму, веб-переглядач повертає результат набагато швидше. Щоб запустити annyang у неперервному режимі, необхідно вказати continuous: false в об'єкті параметрів, який приймає annyang.start(). Також варто ввімкнути autoRestart. Варто звернути увагу, що ці параметри вже є стандартними, якщо використовується HTTPS. Якщо використовується HTTP, за замовчуванням буде активовано безперервний режим (що призведе до повільного розпізнавання), щоб запобігти повторним повідомленням про безпеку [5]. Перш за все, перевіряємо чи розпочалося розпізнавання і чи працює бібліотека, для цього виконуємо перевірку if(annyang).

Далі створюємо функції, що додають логін і пароль до полів функції згідно з тим, що вимовив користувач. Створюємо перелік команд та ставимо їм у виконання функції відповідно до розпізнаної фрази. Таким чином, *name – означає параметр, що передається у функцію login(name) та буде встановлено у полі логін форми входу. Аналогічно виконується команда введення паролю. Якщо виконати команду 'sign in', вона запускає на виконання створену раніше

функцію signIN(), яка перевіряє на наявність зареєстрованого користувача із введеними логіном та паролем. Для переходу між сторінками застосовуємо location.href. Створимо голосове розпізнавання для прокручування сторінки до початку, вгору та вниз. Для цього додаємо скрипт. Функції, що виконуються є звичайними у мові Javascript. Для додавання голосового інтерфейсу варто лише створити відповідну команду, якій передати або існуючу функцію, або передати активність певного елемента чи створити нову функціональну одиницю, яка вбудована в псевдоелементи CSS. Голосові функції веб-додатку є аналогічними з функціями, що здійснюються за допомогою допоміжних пристроїв: клавіатури, миші, тощо.

Опис створеного веб-додатку з можливістю голосового керування

Перша сторінка веб-додатку містить форму із полями для введення імені користувача – логіну та паролю. Для перевірки введених даних та переходу далі до функціоналу веб-додатку існує кнопка для входу. Всі дані можна вводити вручну через клавіатуру або виконати голосові команди «username *name», де name – ім'я користувача. Додаток розпізнає слово чи фразу та вводить дані в поле «username». Аналогічно команда «password *pass» здійснює запис паролю в поле «password». Для перевірки форми та переходу до головного функціоналу веб-додатку необхідно виконати голосову команду «sign in». Якщо логін і пароль відповідають певному зареєстрованому користувачу, веб-додаток переходить на сторінку з вибором кімнати.

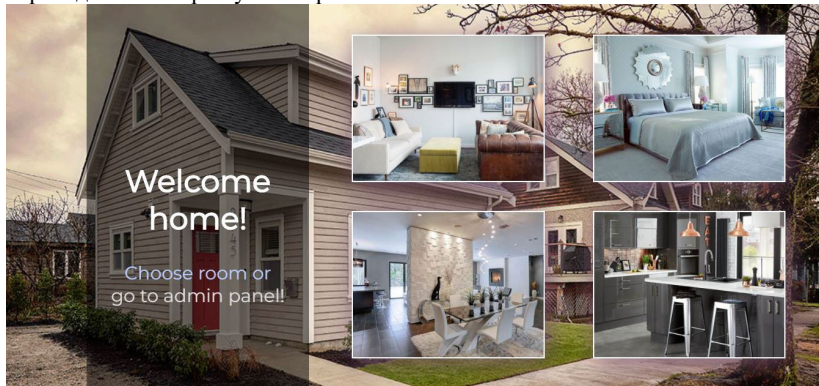


Рисунок 3 – Відображення сторінки із вибором кімнати

Для вибору кімнати необхідно в стандартному режимі навести мишею на певне зображення, а в голосовому режимі необхідно виконати команду із назвою кімнати. Наприклад, 'living room', 'bedroom', 'dining room', 'kitchen'.

Для можливості керування елементами кімнати необхідно натиснути на кнопку на зображенні відповідної кімнати, або виконати голосову команду «show»+ назва кімнати. Наприклад, «show living room». З'являється модальне вікно із тригерами керування.

Щоб увімкнути певний елемент необхідно або натиснути на тригер навпроти назви, або виконати команду із назвою елемента та додати «on», наприклад,

«ceiling lights on». Для вимкнення тригера необхідно виконати команду аналогічну команду із словом «off», наприклад, «ceiling lights off».

Щоб закрити модальне вікно, можна натиснути на кнопку «хрестик», або виконати голосову команду «close room», або команду «close» + назва кімнати. Для переходу на адміністративну панель необхідно виконати команду «go to admin panel», «show admin panel», «admin panel» або натиснути на цю команду мишею. На адміністративній панелі є можливість перегляду поточної погоди відповідно до міста. Для перегляду необхідно виконати команду «set location *city», де city – місто, для якого потрібно дізнатися стан погоди.

Для встановлення головних налаштувань будинку необхідно виконати команду «назва елемента» + «on», для вимкнення тригера аналогічно з командою «off», або натиснути на тригер навпроти елемента. Для перегляду галереї зображень необхідно натиснути на панель «Rooms photos», або виконати голосову команду «show rooms» або «rooms photos». Для переходу між фото галереї необхідно виконати свайп або голосові команди «next photo» або «next room» - для переходу до наступного фото, «previous photo» або «previous room» - для переходу до попереднього фото. Щоб вийти з галереї треба клікнути на вільну зону екрану або виконати голосову команду «close view» або «close rooms». Для набору екстреного номеру треба просто виконати команду за назвою служби, або натиснути на номер. Додаток є кросплатформним, що дає змогу використовувати його на різних пристроях з різними розширеннями екрану.

Таким чином, створений веб-додаток містить елементи управління, як через фізичний набір чи клік, так і через голосове управління. Створена інформаційна система має адаптивну структуру, тому є можливість кросплатформеного використання.

Список літератури

1. Шаблон інтерфейса для «умного дома». Режим доступу: <https://geektimes.ru/post/250858/>
2. Introducing the Web Speech API. Режим доступу: <https://www.sitepoint.com/introducing-web-speech-api/>
3. JavaScript: Web API чтение текста и распознавание голоса. Режим доступу: <https://archakov.im/post/javascript-web-api-recognition-and-speech-text.html>
4. Understand the Smart Home Skill API. Режим доступу: <https://developer.amazon.com/docs/smarthome/understand-the-smart-home-skill-api.html#how-the-smart-home-skill-api-works>
5. annyang! Tutorial. Режим доступу: <https://github.com/TalAter/annyang>

Про розв'язання задачі комівояжера з урахуванням суб'єктивного сприйняття обліку часу

У роботі досліджується використання нечітких чисел і методу відпаду для розв'язання задачі комівояжера, яка передбачає пошук найкоротшого за часом маршруту між набором міст з урахуванням суб'єктивності сприйняття обліку часу. Для формалізації неточності та невизначеності вхідних даних про тривалість руху на ділянках маршруту використовуються нечіткі числа. Задача комівояжера розв'язується за допомогою методу відпаду. Наведено результати чисельних експериментів, які показують конструктивність підходу з використанням нечітких чисел.

Постановка задачі.

Задача комівояжера (traveling salesman problem, TSP) є однією з найвідоміших обчислювальних задач оптимізації [1]. Завдання полягає в тому, щоб для заданої кількості міст знайти найкоротший маршрут, що проходить через кожне місто рівно один раз.

Пронумеруємо міста числами $(1, 2, 3, \dots, n)$, а маршрут комівояжера опишемо циклічною перестановкою номерів $t = (j_1, j_2, \dots, j_n, j_1)$, причому усі j_1, \dots, j_n - різні номери.

Сукупність міст можна розглядати у вигляді вершин деякого графу з заданим часом на пересування між усіма парами вершин c_{ij} , які утворюють матрицю $C = (c_{ij})$, $i, j = \overline{1, n}$. Будемо вважати матрицю симетричною. Тоді формальне завдання полягає у тому, щоб знайти найкоротший маршрут за часом t , який проходить через кожне місто та закінчується в точці відправлення.

Нехай $I = \{1, \dots, n\}$ - множина індексів вершин графу задачі. Цільова функція – сумарний час проходження маршруту, що включає у себе усі вершини графа задачі. Параметрами задачі є елементи матриці $C = (c_{ij})$, $i, j \in I$.

Змінними задачі є елементи бінарної матриці переходів між вершинами $X = \{x_{ij}\}$, $i, j \in I$, які дорівнюють 1, якщо у побудованому маршруті для задачі присутнє ребро (v_i, v_j) , 0 - інакше. Оптимальним є найкоротший за відстанню або за часом маршрут:

$$E = \sum_{i \in I} \sum_{j \in I, j \neq i} c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

з обмеженнями

$$\sum_{j \in I, j \neq i} x_{ij} = 1, i \in I, \quad \sum_{i \in I, j \neq i} x_{ij} = 1, j \in I, \quad (2)$$

$$v_i - v_j + nx_{ij} \leq n - 1, 1 \leq i \neq j \leq n.$$

Остання нерівність забезпечує зв'язність маршруту обходу вершин, він не може складатися з двох і більше незв'язаних частин.

Метод розв'язання задачі.

За постановкою задачі оцінка часових витрат на подорож між містами може різнитись з урахуванням суб'єктивної ситуації та часу на пересування за етапами маршруту. Одним з найбільш конструктивних способів подання такої оцінки є підхід на основі використання нечітких трикутних або параболічних чисел [2]. Визначення тривалості подорожі між містами з урахуванням факторів руху, що впливають на шлях, у вигляді нечітких чисел (НЧ) дозволяє визначати орієнтовний часовий діапазон на подолання шляху між окремими містами. Витрати часу, розраховані за рекомендованої середньої швидкості, суттєво змінюються за умови суб'єктивного сприйняття обліку часу, що призводить до необхідності врахування параметрів часового плину. Фактичний час в цьому випадку подається у вигляді нечітких трикутних або параболічних чисел.

Використовуючи метод відпалу [3] для пошуку наближеного розв'язку задачі комівояжера у поєднанні з нечіткими числами (з відповідним методом розрахування їх рангу), отримано кращі за тривалістю маршрути оптимальної подорожі комівояжера з врахуванням динамічних особливостей доріг між пунктами призначення. Для конструктивності застосування алгоритму відпалу реалізовано арифметичні операції над нечіткими числами, що задають суб'єктивний облік часу між містами. Проведено порівняння маршрутів за допомогою застосування та обчислення рангів нечітких чисел одним із відомих методів [4].

Результати.

В ході дослідження було запропоновано реалізацію методу відпалу для розв'язання задачі комівояжера з урахуванням суб'єктивного сприйняття обліку часу на подолання ділянок дороги між містами. У рамках підходу формалізовано представлення часових інтервалів на основі нечітких чисел для та використано багатопотокову обчислювальну програмну реалізацію. Визначено метод метод центру тяжіння для розрахунку рангу нечітких чисел. Порівняння методів оцінки маршруту наведено у таблиці 1, де час на типове проходження визначає витрати часу на заплановане проходження маршруту без урахування факторів руху, розрахований час - реалістична оцінка часу проходження, отримана обраним методом з урахуванням умов руху:

Таблиця 1.

Порівняння методів оцінки маршруту

Метод	Час на типове проходження	Розрахований час
Пікова абсциса	5367.78	5046.0
ВОА (трикутні НЧ)	5332.54	5291.72
ВОА (параболічні НЧ)	5369.91	5341.70
СОГ (трикутні НЧ)	5332.40	5332.86
СОГ (параболічні НЧ)	5369.67	5368.72

Висновки. В роботі досліджено застосування нечітких чисел і методу відпаду для пошуку розв'язків задачі комівояжера з урахуванням суб'єктивного сприйняття обліку часу в реальних умовах руху, що дозволяє сформулювати нечітку оптимізаційну задачу комівояжера для знаходження найкращого за часом маршруту, який визначається величиною необхідного для подорожі між містами часу. Для формалізації невизначеності та неточності вхідних даних, пов'язаної з впливом суб'єктивності в оцінках тривалості необхідних інтервалів часу, використовуються нечіткі числа. Їх застосування обумовлено можливістю конструктивного формулювання обмежень, зв'язаних з умовами руху та наявністю факторів, які можуть вплинути на результат розв'язування задачі. Розглянуто метод відпаду для оптимізації розв'язків задачі комівояжера шляхом поступового зниження енергії системи, що дозволяє досліджувати різні розв'язки та уникати локальних мінімумів. Отримано чисельні результати, проведено їх порівняння з використанням різних методів, що дозволило зробити висновок про конструктивність та ефективність запропонованої методики. Планується подальше вдосконалення розробленого методу на основі застосування процедури жадібного вибору та його застосування для вирішення нечітких динамічних задач комівояжера.

Список літератури

1. Schrijver, Alexander. On the history of combinatorial optimization (till 1960)/ In K. Aardal; G.L. Nemhauser; R. Weismantel (eds.). Handbook of Discrete Optimization (PDF). Amsterdam: Elsevier, 2005. - Pp. 1–68.
2. Bablu Jana and Tapan Kumar Roy. Multi-Objective Fuzzy Linear Programming and Its Application in Transportation Model // Tamsui Oxford Journal of Mathematical Sciences. – 2005. – V.21. – No.2. – P.243-268.
3. Grabusts, P., Musatovs, J., & Golenkov, V. The application of simulated annealing method for optimal route detection between objects// Procedia Computer Science. - 2019. – 149. - Pp. 95-101.
4. Nejad, Ali Mahmodi, and Mashaallah Mashinchi. Ranking fuzzy numbers based on the areas on the left and the right sides of fuzzy number// Computers & Mathematics with Applications. – 2011. – V. 61. - No. 2. - Pp. 431-442.

*В.В.Гавриленко, д.ф.-м.н, Н.В. Рудоман, К.Є. Івохіна
(Національний транспортний університет, Київ, Україна)*

On the one algorithm for solving the traveling salesman problem

It is consider a technique for the sequential application of flow schemes for distributing a homogeneous resource for solving the traveling salesman problem, which is formulated as the problem of finding a route to visit a given number of cities without repetitions with a minimum duration of movement. The task of formalizing the algorithm for solving the traveling salesman problem by the method of streaming resource distribution using the backtracking scheme is solved.

Problem statement.

The traveling salesman problem (TSP) is a combinatorial problem that can be solved using mathematical programming methods. To reduce the problem to a general form, we number the cities by numbers $(1, 2, 3, \dots, n)$, and describe the traveling salesman's route by a cyclic permutation of numbers $t = (j_1, j_2, \dots, j_n, j_1)$, where all j_1, \dots, j_n are different numbers [1].

The set of cities can be considered as the vertices of some graph with given distances (or travel time) between all pairs of vertices c_{ij} that form the matrix $C=(c_{ij}), i, j=1, n$. We assume that the matrix is symmetric. The formal problem then is to find the shortest in time route t that goes through each city and finishes at the starting point. In this formulation, the problem is called the closed traveling salesman problem, which is a well-known mathematical integer programming problem.

Let us formulate a mathematical model of the TSP problem. Let $I=\{1, \dots, n\}$ be the set of vertex indices of the problem graph. The objective function is the total distance or time of the route, including all the vertices of the task graph. The parameters of the problem are the elements of the matrix $C=(c_{ij}), i, j \in I$.

Shift tasks are elements of the binary matrix of transitions between vertices $X= \{x_{ij}\}, i, j \in I$, which are equal to 1 if there is an edge (v_i, v_j) in the constructed route for the task, 0 otherwise. The shortest route in terms of time is optimal:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in I, j \neq i} c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

with constraints

$$\sum_{j \in I, j \neq i} x_{ij} = 1, i \in I, \quad \sum_{i \in I, j \neq i} x_{ij} = 1, j \in I, \quad (2)$$

$$v_i - v_j + nx_{ij} \leq n - 1, 1 \leq i \neq j \leq n.$$

The last inequality ensures the connectivity of the vertex traversal route; it cannot consist of two or more unconnected parts.

Algorithms that allow solving the problem of finding the optimal route are divided into exact and heuristic. Exact methods guarantee finding the optimal solution to the problem in a certain time or taking into account certain resource constraints. In this case, the search for solutions is based on optimization methods such as linear programming, dynamic programming, or the branch and bound method [2].

There is consider a method for formalizing the algorithm for solving the traveling salesman problem using the method of streaming resource allocation [3] and using the backtracking scheme [4]. The use of Orlin's method to optimize the flow distribution on the graph is proposed. The scheme of formalization of the procedure for using the method with the implementation of the backtracking scheme for solving the traveling salesman problem with the minimum duration of movement along the route is briefly described. A variant of accelerating the speed of the developed algorithm is proposed, which consists in using a greedy technique in the procedure for selecting route sections: the planning of each next stage of movement is determined based on the choice of the fastest direction of movement, which makes it possible to obtain a constructive scheme for solving the traveling salesman problem.

The greedy method proposed by the authors assumes consideration at each stage of the formation of the route of the fastest in time section of the route of movement. A combined approach based on the method of resource allocation and greedy choice of the direction of movement made it possible to implement a constructive scheme for solving the traveling salesman problem, that can be formulated as the following *recursive algorithm* for a network of N nodes and a given travel time for each pair of vertices:

Step 0. We form the initial information for the flow distribution method. The starting vertex of the traveling salesman route defines a subset of the initial nodes of the method, the set of directions from it defines a subset of intermediate nodes, and the graph vertices accessible from this subset defines the set of end nodes.

Based on the Orlin method of flow distribution, we determine the time to reach each of the end vertices on a subnet of initial, intermediate, and final vertices.

We select the shortest travel time and the corresponding stage of the route, mark the selected vertices and proceed to the formation of data for a new flow distribution problem. We pass to the next step of the algorithm.

Step s , $s=1,2,\dots$ We construct new subsets of initial, intermediate, and final vertices, excluding from further consideration the previously noted vertices.

If at the current step it is impossible to determine new subsets (all vertices are marked), we return to the previous step, unmark the route stage, marking the dead end direction, and move on to the next possible one by choosing the fastest direction of movement.

We repeat this process until we reach the end point of the route, which coincides with the starting point.

If the route is built, but does not include all the vertices of the graph, we return to the previous levels and rebuild all the working subsets, choosing new directions of movement, taking into account the speed of movement.

Final step. As a result of the work, we finally obtain a cyclic permutation of the numbers of the vertices of the graph, which determines the sequence of stages of the traveling salesman's route.

Experiments

To analyze the efficiency of the algorithm, computational experiments were carried out, in which various methods (complete search, greedy, annealing and the one proposed above) were used to solve the traveling salesman problem on a network of 11 points. The graph of the network of movements with the given time costs is shown in Figure 1.

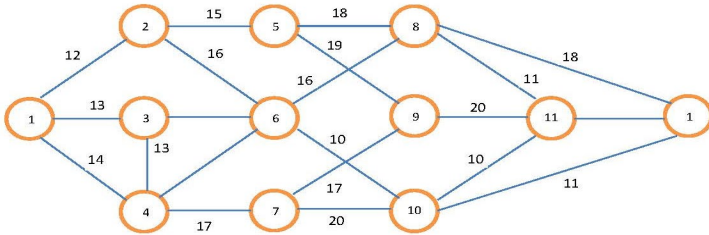


Fig. 1. The network and the given travel time for each pair of points for the TSP

Results

The results of the numerical experiments performed are shown in Table 1.

The optimal route in the considered problem was found by full search and is determined by the sequence of numbers 1, 2, 5, 9, 7, 4, 3, 6, 8, 11, 10, 1 or 1, 2, 5, 9, 7, 4, 3, 6, 10, 11, 8, 1. The proposed algorithm made it possible to quickly find a route for visiting all graph vertices (1, 4, 3, 6, 2, 5, 9, 7, 10, 11, 8, 1), but the time it took more to move along this route.

As a result of the computational experiments the efficiency of using the developed algorithm was established, the obtained solutions are compared with the solutions found by other exact and heuristic methods.

Table 1.

The comparison of search time and solutions of the TSP for $N=11$

Calculation method	Operation time	Optimal solution	Solution characteristic
Complete search	30 sec	157 h	Exact
Greedy algorithm	21 sec	169 h	Approximate
Annealing method	23 sec	174 h	Approximate
The proposed algorithm	25 sec	169 h	Approximate

References

- Schrijver A. Theory of Linear and Integer Programming. – Wiley, 1998. – 484 p.
- Korte B., Vygen J., Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms (Algorithms and Combinatorics). - Springer Berlin, Heidelberg, 2018. - 455 p.
- Orlin J.B. A Faster strongly polynomial minimum cost flow algorithm// Operations research. - 1993. - V. 41. - Iss.2. - P.338–350.
- Watson Des. A Practical Approach to Compiler Construction. – Springer, 2017. – 254 p.

*Е.В. Івохін, д.ф.-м.н., Л.Т. Аджубей, к.ф.-м.н., П.Р.Ваврик
(Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)*

Про один метод розв'язання задачі розподілу потужностей каналів даних з урахуванням нечітких обмежень обсягів споживання

Розроблено ефективний алгоритм вирішення задачі раціонального розподілу потужності каналів передачі даних з нечіткими обмеженнями обсягів споживання. Розглянуто стандартний метод розв'язування на основі задачі нечіткої оптимізації. Запропоновано конструктивний варіант пошуку розв'язку на основі методу бектрекінгу.

Вступ.

Завдання пошуку оптимальних рішень виникають у процесі розробки та практичної реалізації методів ефективного управління різними організаційно-технологічними та інформаційними системами.

Однією з прикладних задач, в якій може виникнути невизначеність у встановленні параметрів, є проблема розподілу обмежених пропускних спроможностей каналів передачі даних між різними вузлами мережі Інтернет-провайдерів. Припустимо, що існує локальна комп'ютерна мережа підприємства, яка надає користувачам доступ до мережі Інтернет. Доступ користувачів до глобальної мережі та отримання необхідної інформації здійснюється за допомогою кількох комунікаційних серверів, розташованих на території інформаційно-обчислювального центру та з'єднаних швидкісними зовнішніми каналами зв'язку з Інтернет-провайдерами. Рівні пропускної здатності серверів знаходяться в межах пропускної здатності (bandwidth) локальної мережі.

Розглянуто задачу визначення пропускної здатності зовнішнього з'єднання, що дає можливість максимізувати загальну пропускну здатність каналів зв'язку користувача шляхом зміни сумарної потужності серверів зв'язку, враховуючи як потреби та побажання абонентів (користувачів), так і можливості інформаційно-обчислювального центру.

Метою роботи є дослідження математичних моделей і методів розв'язання задачі раціонального розподілу потужності каналів передачі даних з нечіткими обмеженнями обсягів споживання та розв'язання задачі побудови оптимальної конфігурації трирівневої інформаційно-обчислювальної мережі.

Формулювання проблеми.

Формально, постановка задачі може бути записана як

$$\max t_1; \max t_2; \dots \max t_{N_3}, \quad (1)$$

з обмеженнями
$$\sum_{k=1}^{N_3} t_k \leq \sum_{i=1}^{N_1} A_i^+; t_k \leq B_j^+, j = \overline{1, N_2}, k = \overline{1, N_3};$$

$$C_k^- \leq t_k \leq C_k^+, k = \overline{1, N_3}; \sum_{j=1}^{N_2} B_j^+ \leq \sum_{i=1}^{N_1} A_i^+ \leq \sum_{k=1}^{N_3} C_k^+, \quad (2)$$

де N_1 - кількість каналів передачі даних (провайдерів глобальної мережі), N_2 - кількість комунікаційних серверів і N_3 - кількість кінцевих користувачів (абонентів), A_i^+ , $i = \overline{1, N_1}$, - значення максимальної пропускної здатності каналу передачі даних провайдера i ; B_j^+ , $j = \overline{1, N_2}$, - значення максимальної пропускної здатності каналу передачі даних вузла зв'язку j ; C_k^-, C_k^+ , $k = \overline{1, N_3}$, - значення мінімальної та максимальної смуги пропускання каналу передачі даних, які необхідно надати абоненту k , $k = \overline{1, N_3}$; t_k - пропускна здатність k -ї абонентської станції, $k = \overline{1, N_3}$.

Ефективне функціонування системи забезпечення доступу користувачів до мережі Інтернет полягає у знаходженні оптимальних значень T_i пропускної здатності передачі даних i -го інформаційного провайдера, $i = \overline{1, N_1}$, і оптимальних значень пропускної здатності t_k використання локальних каналів зв'язку k -го користувача, $k = \overline{1, N_3}$.

Припустимо, що при постановці задачі розподілу потужності каналів передачі даних відомі поточні значення пропускної спроможності каналів зв'язку кожного абонента k , $C_k, k = \overline{1, N_3}$, і значення $C_k^+, k = \overline{1, N_3}$, визначають величини смуг пропускання, які заплановані користувачами в результаті оновлення комунікаційного обладнання. Очевидно, що повністю задовольнити розширення смуги пропускання абонентських каналів можна

лише за умови $\sum_{j=1}^{N_2} B_j^+ \geq \sum_{k=1}^{N_3} C_k^+$. Тоді в моделі (1)-(2) ми маємо додаткове

обмеження $t_k \in \text{supp } \tilde{t}_k = [C_k, C_k^+]$, $k = \overline{1, N_3}$.

Припустимо, що пропускна здатність каналів зв'язку, доступна користувачам, задовольняє умови $\sum_{k=1}^{N_3} C_k \leq \sum_{k=1}^{N_3} t_k \leq \sum_{i=1}^{N_1} A_i^+$, а значення можливого розширення пропускної здатності каналу визначаються правими нечіткими трикутними числами у вигляді (C_k, C_k, C_k^+) , $k = \overline{1, N_3}$, з лінійними функціями належності [2].

Враховуючи специфіку отриманої задачі, найбільш раціональним методом є послідовне введення обмежень.

Дотримуючись методології пошуку, на кожному кроці алгоритму $p = 1, 2, \dots$, формується «ідеальна оцінка» $t^{*(p)} = (t_1^{*(p)}, t_2^{*(p)}, \dots, t_{N_3}^{*(p)})$, $p = 1, 2, \dots$, де $t_k^{*(p)}$, $k = \overline{1, N_3}$, є оптимальними значеннями кожного з

критеріїв (1) $\max t_k$, $k = \overline{1, N_3}$, на заданій області допустимих значень G_p ,
 $G_1 = \{t_k = C_k^+; k = \overline{1, N_3}\}$, $G_{p+1} = \{t_k \in G_p; k = \overline{1, N_3} | t_s \geq \xi_s\}$,
 $s \in \{1, 2, \dots, N_3\}$ номер критерію, значення якого найменше узгоджується з компромісним рішенням.

Цей метод дозволяє вирішити поставлену задачу, однак для його використання на кожному кроці необхідно оцінювати відповідність поточного рішення певному «ідеальному» рішенням, яке, як правило, формується за участю експерта. Крім того, процедура розв'язування виявляється громіздкою, що призводить до багаторазового розв'язування задач оптимізації нечіткої форми та побудови нечіткого розв'язку Беллмана-Заде[2].

Процедуру пошуку розв'язку можна формалізувати, застосовуючи процедуру backtracking [3]. Запропоновано алгоритм раціонального розподілу потужностей каналів на основі схеми backtracking:

Крок 0. Будемо вважати, що порядок користувачів впорядкований у порядку незростання планових пропускних можливостей каналів зв'язку. Невідомі величини у розв'язку задамо у вигляді $t_k = C_k^+$, $k = \overline{1, N_3}$.

Крок $s=1, 2, \dots$ Перевіряємо виконання умови

$$\sum_{k=1}^{N_3} t_k \leq \sum_{j=1}^{N_2} B_j^+ . \quad (3)$$

Якщо нерівність (3) виконується, алгоритм завершується, інакше:

а) визначаємо q , $q \in \overline{1, N_3}$, найбільших з N_3 значень t_k , $k = \overline{1, N_3}$.

б) зменшуємо t_k , $k = \overline{1, q}$, на величину $\Delta t > 0$: $t_k = t_k - \Delta t$, $k = \overline{1, q}$.

При цьому сумарна вихідна потужність у цьому випадку зменшується.

Змінюємо $s = s + 1$ і переходимо на наступний крок.

Висновки. Проведено обчислювальні експерименти з ефективного розподілу потужності каналів зв'язку з використанням алгоритму класичного розв'язку оптимізаційних задач з нечіткими обмеженнями на рівні споживання (нечіткий підхід) та алгоритму з використанням методики backtracking. Підтверджено конструктивність запропонованого алгоритму.

Список літератури

1. Filgus D.I. Optimisation of the process of managing requests in distributed information systems/ D.I. Filgus// International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2018. – Iss.4. P.34-42.
2. Bablu Jana, Tapan Kumar Roy. Multi-Objective Fuzzy Linear Programming and Its Application in Transportation Model// Tamsui Oxford Journal of Mathematical Sciences, 2005. - 21(2). - P.243-268.
3. Watson Des. A Practical Approach to Compiler Construction/ D.Watson. – Springer, 2017. – 254 p.

Дослідження технології розпізнавання жестової мови

Визначено актуальність проблеми комунікації людей з вадами слуху та мовлення. Проаналізовано технології розпізнавання жестової мови для людей з вадами слуху та мови. Проведено порівняння технологій для розпізнавання образів такі як Tensorflow та OpenCV.

Останнім часом дослідження мови жестів, якою користуються люди зі зниженим слухом, набули значного поширення, оскільки спілкування з людьми, які використовують мову жестів, потребує залучення сурдоперекладачів. Такі фахівці є дефіцитом, їх підготовка стає національним пріоритетом, що, у свою чергу, вимагає застосування нових інформаційних технологій для такої підготовки [1].

На сьогоднішній день [2] в інтернеті з'являється маса статей і статистики стосовно глобального масштабу проблем, пов'язаних із навчанням, можливостями, адаптацією та співіснуванням таких людей у суспільстві. Порушенням слуху страждає кожна 9-та людина. Не дивлячись на те, що на планеті 2500 мов, форма спілкування, яка найбільше цікавить вчених, - мова погляду і жестів. Розробки саме в галузі штучного інтелекту мають більше можливостей для реалізації потреб і проблем, що виникли в даному питанні. А це вже визначає актуальність вибору даного напрямку дослідження.

Додатковою проблемою є вивчення жестової мови людьми, які втратили слух. Для цієї категорії людей необхідні прості інструменти та програмно-комп'ютерні тренажери для самостійного вивчення жестової мови.

Щоб допомогти людям з вадами слуху і мови, було розроблено і застосовано кілька передових технологій і проведено багато дослідницької роботи. Ці технології також допомагають людям за межами спільноти людей з вадами слуху, яким важко дається мова жестів і яким потрібен перекладач, щоб зрозуміти цех людей [3].

Технології, включаючи глибоке навчання та комп'ютерний зір, допомагають цьому, надаючи кілька технічних програм та інших платформ. У даному випадку, існують моделі(бібліотеки) виявлення мови жестів у реальному часі такі як Tensorflow і OpenCV. За допомогою цих моделей ми можемо виявити кілька типових жестів, як-от привіт, дякую, до побачення, так, ні тощо. Основна мета цієї моделі - забезпечити кращу точність за допомогою ефективних і дієвих технологій.

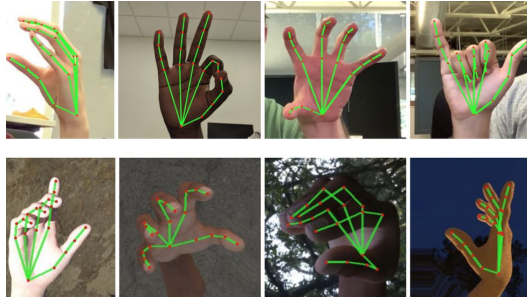


Рисунок 1 - Приклад демонстрації розпізнавання жестових знаків (TensorFlow)

Технології для створення системи розпізнавання

TensorFlow [4] - це платформа з відкритим кодом для машинного навчання і для роботи зі штучним інтелектом. Він має велику кількість інструментів, бібліотек і ресурсів спільноти, що дозволяє дослідникам просувати найсучасніші технології машинного навчання, а розробникам – легко створювати програми на базі машинного навчання.

Спочатку TensorFlow був розроблений дослідниками та інженерами, які працюють у команді Google Brain в організації Google Machine Intelligence Research для проведення машинного навчання та досліджень нейронних мереж. Система є достатньо загальною, щоб її також можна було застосовувати в багатьох інших областях. TensorFlow забезпечує стабільні API Python і C++, а також негарантовану зворотну сумісність API для інших мов.

OpenCV [5] - це бібліотека, яка містить безліч алгоритмів комп'ютерного зору.

OpenCV має модульну структуру, що означає, що пакет включає кілька спільних або статичних бібліотек. Дана бібліотека має такі модулі:

- Основна функціональність (core) - модуль, що визначає базові структури даних, включаючи щільний багатовимірний масив Mat і базові функції, які використовуються всіма іншими модулями.
- Обробка зображень (imgproc) — модуль, який включає лінійну та нелінійну фільтрацію зображень, геометричні перетворення зображення (зміна розміру, загальне перевидображення на основі таблиці), перетворення простору кольорів, гистограми тощо.
- Відеоаналіз (video) – модуль, який включає алгоритми оцінки руху, віднімання фону та відстеження об'єктів.
- Виявлення об'єктів (objdetect) - виявлення об'єктів такі як обличчя, очі, руки, люди, тварини, машини й тощо.
- Графічний інтерфейс високого рівня (highgui) – простий у використанні інтерфейс для простих і спрощених можливостей інтерфейсу користувача.
- Video I/O (videoio) – інтерфейс, який використовується для захоплення відео та відеокодеків.

Також разом з OpenCv зазвичай використовують такий фреймворк як MediaPipe.

MediaPipe [6] – це фреймворк, який використовується для створення аудіо, відео чи будь-яких даних часового ряду. За допомогою MediaPipe створюється пайплайни для різноманітних функцій обробки медіа.

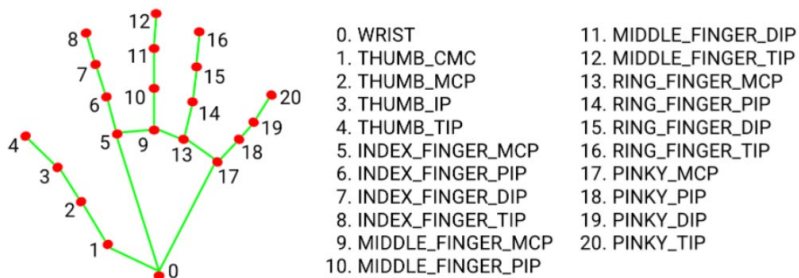


Рисунок 2 – Приклад моделі орієнтиру руки (Hand Landmark Model)

Отже, розроблення системи для розпізнавання жестової мови і в цілому об'єктів, на даному етапі є актуальним та необхідним для подальшого розвитку штучного інтелекту в сфері комп'ютерного зору.

Список літератури

1. Дослідження ефективності методів розпізнавання у моделях жестової мови. Режим доступу: https://vlp.com.ua/files/11_0.pdf
2. Українське товариство глухих (УТОГ). Режим доступу: <https://utog.org>
3. Sign language detection using Tensorflow object detection. Режим доступу: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-11713-8_20#:~:text=Tensorflow%20is%20an%20open-source,%2C%20and%20CUDA%20%5B2%5D.
4. An Open Source Machine Learning Framework for Everyone. Режим доступу: <https://github.com/tensorflow/tensorflow>
5. OpenCv. Introduction. Режим доступу: <https://docs.opencv.org/4.x/d1/dfb/intro.html>
6. Building a Hand Tracking System using Opentsv. Режим доступу: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/07/building-a-hand-tracking-system-using-opencv/>

Комп'ютеризована система контролю технічного стану генераторів з ємнісними сенсорами

Розглянуто пошкодження, які виникають в генераторах та призводять до погіршення їх технічного стану. Запропоновано Комп'ютеризовану систему контролю технічного стану генераторів з ємнісними сенсорами, використання якої дозволяє забезпечити покращення роботоздатності та надійності експлуатації генераторів.

Відомою проблемою, яка виникає під час експлуатації потужних генераторів є необхідність контролю технічного стану їх критично-важливих вузлів. Класично технічний стан генераторів визначають за відхиленнями параметрів сигналів вібрацій від їх прийнятих або порогових значень. Підвищені вібрації генератора можуть виникати як при збільшенні змінних складових збуренні або наблизненні їх частот до власних частот коливань конструктивних вузлів генератора, так і при зміні технічного стану і параметрів, що найчастіше виникає через зменшення жорсткості конструкції генератора. Підвищені вібрації та деформації конструктивних вузлів можуть спричинити їх пошкодження. В залежності від типу генератора такі вібрації та деформації можуть приводити до наступних пошкоджень:

1. Тріщин та обломів листів активної сталі в зубцовій зоні осердя статора.
2. Стирання лакового покриття листів активної сталі осердя.
3. Обломи стяжних шпильок осердя.
4. Тріщини та обриви зварних швів вузлів кріплення осердя до полиць корпусу та обломи призм сердечника
5. Тріщини та обломи ластівчиних хвостів призм осердя та прилеглих до них листів активної сталі.
6. Викривлення і розпушування крайніх пакетів активно стали осердя та пакетів між стиками.
7. Звільнення та зміщення в немагнітний зазов генератора вентиляційних розпірок осердя.
8. Зміщення обода щодо спиць ротора.
9. Тріщини та сколи заплечиків ступиць спиць ротора
10. Обриви приварок та зміщення клинових смуг обода та клинів полюсів ротора.
11. Перегрів та знос вкладишів напрямних підшипників валопроводу гідроагрегату.
12. Стирання ізоляції обмоток статора.
13. Ушкодження ізоляції обмоток у місцях виходу стрижнів із пазів осердя у вигляді змיתтя.
14. Тріщини та розшарування ізоляції обмоток статора

15. Потріскування та пошкодження елементарних провідників обмоток статора.

16. Ослаблення та обриви бандажних в'язок, усунення та випадання дистанційних прокладок лобових частин обмоток статора.

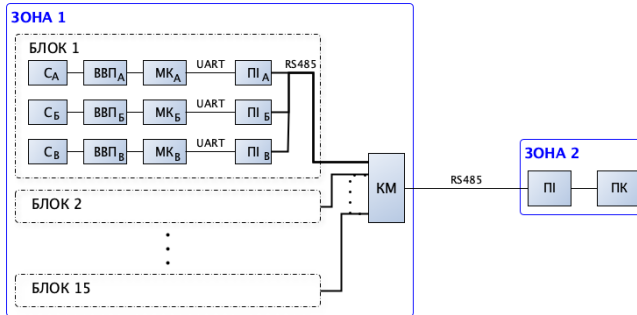
17. Зміщення та випадання пазових клинів осердя статора.

18. Порушення паяних з'єднань штуцерів головок лобових частин обмоток статора з водяним охолодженням.

Крім пошкоджень, спричинених безпосередньо вібраціями, слід зазначити пошкодження, що виникають через електричні, теплові та інші процеси, які можуть бути наслідком підвищених вібрацій. Так, при підвищених вібраціях сердечника статора та стирання міжлистової ізоляції виникають підвищені значення вихрових струмів та місцеві перегріви сталі. При підвищених вібраціях лобових частин обмоток статора іноді спостерігаються порушення пайок їх головок і підвищення температури як стрижнів так і генератора в цілому.

Багато з цих пошкоджень можливо уникнути контролюючи пружний стан осердя статора. Адже, жорсткість конструкції генератора значним чином визначається жорсткістю його осердя статора, основною характеристикою якої є значення спресованості. В більшості випадків контроль стану пресування осердя статора виконується при планових оглядах на вимкненій машині (при частковому або повному перешихтуванні пакетів активної сталі статорів ТГ) [1]. У цьому разі, експлуатаційну надійність та працездатність осердя визначає стан пружного стиснення осердя статора, наданий йому під час виготовлення, та підтримуваний під час експлуатації.

Для ефективного способу контролю стиснення шихтованого осердя, особливо на працюючій машині або при її виготовленні, набули поширення для застосування методи контролю з використанням емісійних сенсорів [2,3]. Розробка таких систем контролю та діагностики ускладнюється важкими експлуатаційними умовами ТГ. Проведений аналіз існуючих методів контролю стану пресування осердя статора потужного ТГ показав, що вони в силу різних причин не забезпечують достатньої достовірності визначення ступеню дефекту осердя та місця дефекту по перерізу осердя, або вимагають великих витрат часу. Для вирішення завдання якісного контролю осердя статора потужного ТГ необхідно визначити місця з зменшеною монолітністю по можливості в як можна більшій кількості точок по торцевому перерізу осердя. Враховуючи наведене вище, з метою забезпечення можливості реалізації та практичного використання була розроблена система контролю якості пресування осердя статора представлена на рис. 1. Ця система може бути використана для контролю будь-яких критично-важливих вузлів, які дозволяють визначити технічний стан генераторів за використання відповідних типів первинних вимірювальних перетворювачів(сенсорів).



С – сенсор
 ВВП – вторинний вимірювальний перетворювач
 МК – мікроконтроллер
 KM – комутатор-мультиплексор сигналу
 ПІ – перетворювач інтерфейсу
 ПК – персональний компютер

Рис. 1 Система контролю

Для перевірки теоретичних положень, був створений стенд для тестування компонентів комп'ютеризованої системи (рис. 2).

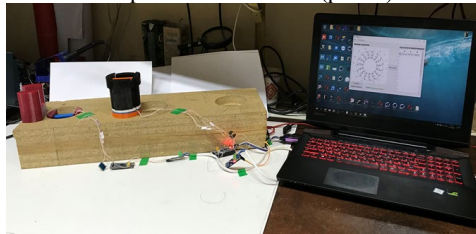


Рис. 2 Випробувально-вимірювальний стенд

Висновок: Результати проведених експериментальних досліджень показали, що сумарна похибка визначення тиску пресування вимірювальною коміркою складає до 5% в діапазоні вимірювання, також як видно із отриманих експериментальних даних прослідковується наявність гістерезису.

Список літератури

1. Южный Ю.Э. Ремонт сердечников электрических машин – М.: Энергия, 1976. – 80 с.
2. Левицький А.С., Федоренко Г.М., Грубой О.П. Контроль стану потужних гідро- та турбогенераторів за допомогою смісних вимірювачів параметрів механічних дефектів – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2011. – 242 с.
3. Зайцев Є.О. Левицький А.С., Жукинський І.М., Кромпляс Б.А. Перетворювач інформаційних сигналів для гібридних оптоелектронних вимірювачів переміщень. - МНТЖ "ВОТІП", 2017, №4. – С.31-37

Застосування скломорфного інтерфейсу на прикладі сайту НТУ

Розроблено прототип дизайну сайту НТУ на основі концепції скломорфних інтерфейсів, було використано програмне забезпечення Figma та Photoshop; Реалізовано прототип універсального мультиплатформного інтерфейсу на основі скломорфного концепту, проведено тестування ефективності ключових змін для широкої вибірки девайсів.

Дизайнери, які стежать за активністю у співтоваристві, помітили, що на сайтах з великою швидкістю з'являються концепти зі «скляними» елементами. Стало зрозуміло, що згодом тренд набиратиме обертів і незабаром почне повсюдно використовуватися. Прогноз повністю виправдався - Склморфізм прижився в UI-дизайні і став невід'ємним компонентом креативних інтерфейсів. Склморфізм – ефект «матового скла», який створюється завдяки яскравій підкладці та стилізації області. Розмиття фону робить його не таким помітним, тому сильного зміщення фокусу у бік граунду немає. Увага користувачів формується на центральній області. У основі скломорфізму лежить об'ємність. Об'єкти виглядають більшими та значущими. Вони ніби лежать на «склі», а завдяки прозорості здається, що фон є продовженням блоку, що містить важливі об'єкти.

Для початку розглянемо перший (головний) екран мобільного та вебсайту НТУ – <http://www.ntu.edu.ua/>

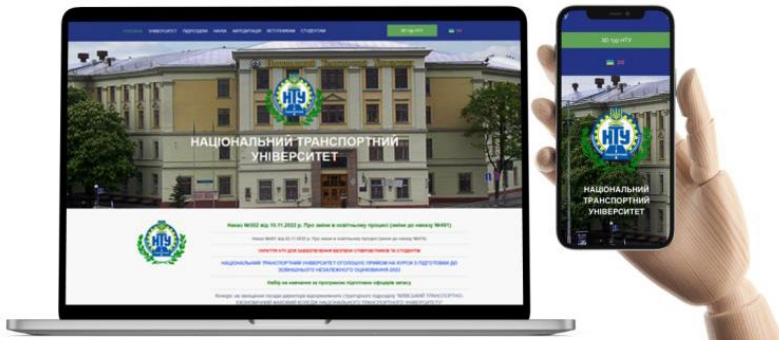


Рисунок 1 – Вихідний інтерфейс сайту НТУ для ПК та смартфону

Як бачимо, даний інтерфейс чітко відповідає мінімалістичній концепції дизайну, а саме:

- має обмежену кількість акцентних кольорів;
- елементи керування є простими геометричними фігурами, або безпосередньо гармонічно розташованими ключовими словами;

- має чітко виражений фокус уваги за рахунок відсутності відволікаючих елементів;

- використовується лише суцільна заливка кольорів, тіні та градієнти відсутні.

Незважаючи на те, що веб-сайт відповідає усім нормам сучасного веб-дизайну, його не можна вважати достатньо адаптивним для усіх дисплейних девайсів.

Головний екран є не тільки засобом першого враження для користувача, але й головним навігаційним вузлом у взаємодії з сайтом. Саме від головного екрану залежить подальша взаємодія та загальне враження користувача.

1. Редизайн головного екрану сайту НТУ

Виконавши редизайн, ми позбавимось від непрактичного білого фону, який не має функціонального впливу. В результаті кожне інформаційне посилання буде розподілено на окрему чітко виражену комірку з адаптивним скломорфним фоном – це дозволить одночасно підвищити чіткість розподілення інформації на екрані та покращити зовнішній вигляд. Даний підхід є аналогом стилю push-сповіщень операційної системи IOS, що не тільки є достатньо знайомим для сучасного користувача та створює вже знайому модель взаємодії з інформацією, а й дозволяє додати розділ «Новини» з другого екрану, без втрати читабельності та шкоди для зовнішнього вигляду.

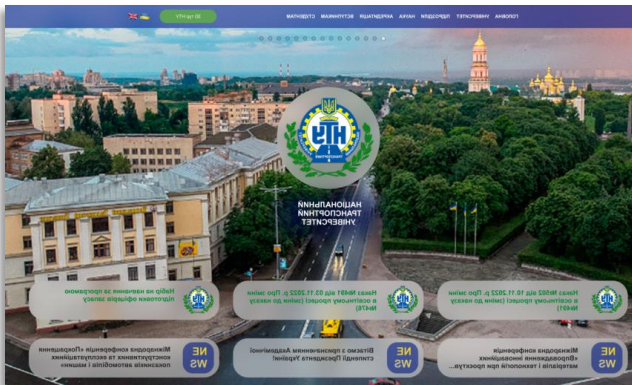


Рисунок 2 – Редизайн головного екрану сайту НТУ

Перевагою мініатюрних іконок у кожному блоці є чітке розуміння того, до якого розділу сайту відноситься контент. Такий підхід дозволяє економити місце на екрані, та не додавати зайвих очевидних назв.

Як бачимо, шапка сайту зазнала незначних, але впливових змін фоновой прозорості, що дозволяє розмістити вже канонічний фон першого екрану на усю площу, при цьому не тільки не заважаючи жодному інформативному та функціональному елементу, а й створити органічний та гармонійний вигляд.

З цього етапу в усьому подальшому процесі адаптації інтерфейсу основною задачею є збереження еквівалентної повноти функціоналу та інформативності у девайсі будь якого типу – від дисплеяного розумного годинника до прозорого лобового скла. Ще одним важливим нюансом подібного стилю інтерфейсу є компоновка інформаційних блоків. На екранах ноутбуків і більших є достатньо місця для розміщення блоків у ширину. Проте на більш компактних девайсах доцільніше розміщувати контент у висоту, адже планшет має суттєво відмінну від ПК функцію – поворот екрану. Ця особливість частково зводить формат розташування інтерфейсу до мобільного, проте все ще має достатньо місця, щоб розмістити блоки у декілька стовбців.

При адаптації інтерфейсу до мобільних девайсів слід розуміти, що інформація з великою кількістю тексту зможе доцільно розміщуватись лише в одному блоці по ширині відповідного екрану.

Якщо у випадку з планшетом ми маємо вибір щодо розміщення еквівалентної кількості блоків відносно висоти, то обмеженість розмірів екрану смартфона в довжину і ширину потребує використання міри глибини екрану для збереження об'єму контенту на першому екрані.

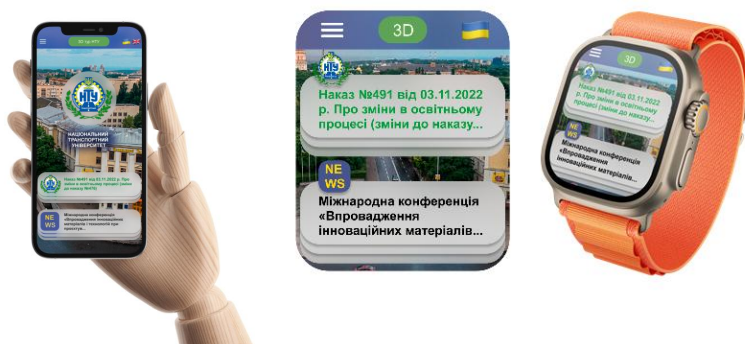


Рисунок 3 – Вигляд інтерфейсуу смартфоні та адаптація інтерфейсу до малих девайсів

При такому накладанні варто додати ефект «падаючої тіні» для кожного з блоків, щоб уникнути розмиття меж між секціями, адже це є особливістю скломорфного інтерфейсу.

Цей формат і розмір інтерфейсу на даний момент є допустимим лімітом читабельності, подальше зменшення без втрати інформативності або ключових елементів є неможливим.

2. Додаток НГУ для скляних дисплеїв

Якщо ж розглядати екрани та скляні конструкції, що є більші за екран ПК або широкоформатного монітору, то варто пам'ятати що попри великий розмір людське око не здатне одночасно сприймати велику кількість візуальної інформації без втрати деталей. Тому, як правило, інтерфейси

широкоформатних дисплеїв не мають суттєвих відмінностей у своєму зовнішньому вигляді в порівнянні з монітором ПК.

Проте, розглядаючи такі формати девайсів як лобове скло транспортного засобу, вікно будівлі чи шолом доповненої реальності слід враховувати суттєву відмінність VR та AR форматів інтерфейсів – усі вони є динамічними та не є кінцевою площею глибини погляду людського зору. Більше того, ці інтерфейси є «проміжним шаром» взаємодії людини і оточуючого світу, тому необачне проектування інтерфейсу, що перешкоджає орієнтації в просторі, може призвести до трагічних випадків катастрофічних масштабів.

Саме цей ключовий аспект є головним аргументом на користь скломорфних та усіх напівпрозорих інтерфейсів, адже при правильному балансі розмитості та прозорості людина може одночасно сприймати інформацію від інтерфейсу та не втрачати орієнтацію у просторі.

Якщо скло або дзеркало матиме функцію сенсорного керування, доцільно розміщувати шапку меню на одному з боків та змінити положення пунктів з горизонтального у вертикальний. Це дасть можливість безперешкодно дотягнутись до будь-якого з елементів. При розширенні функціоналу стовпчик меню можливо переміщувати по вертикалі за власним бажанням.

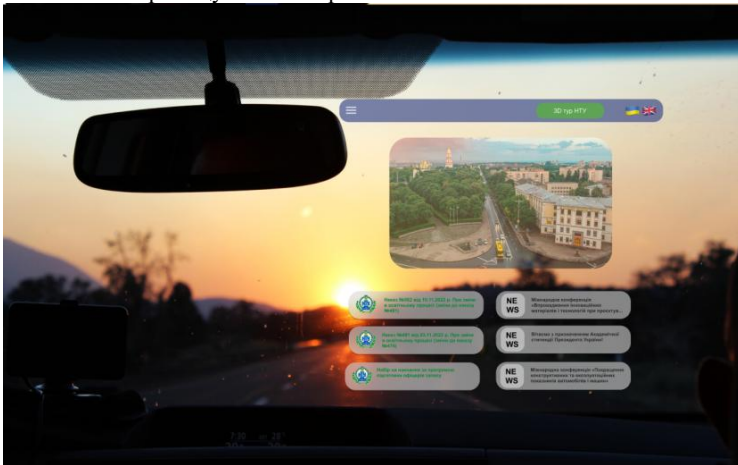


Рисунок 4 – Адаптація інтерфейсу для лобового скла автомобіля

У випадку взаємодії користувача з сайтом НТУ за допомогою контактних лінз або окулярів доповненої реальності (AR), або шолому віртуальної реальності (VR) основним нюансом стане необхідність зберегти якомога більшу площу поля зору людини незайнятою, адже подібні девайси вже мають більш суттєвий вплив на життя людини.



Рисунок 5 – Базовий інтерфейс сайту НТУ для AR окулярів

Для збереження балансу безпеки та інформативності необхідно обов'язково залишати центр зорової площі пустим, бажано також подбати про свободу нижньої секції, адже необхідність «дивитись під ноги» присутня у більшості людей, у тому числі тих хто взагалі не носить лінз, або окулярів.