

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Денісова Ростислава Віталійовича на тему «Система розпізнавання об'єктів і голосового сповіщення для людей з вадами зору на основі нейронних мереж та мікроконтролерів», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» за спеціальністю 171 «Електроніка»

Актуальність теми дисертації.

Зростаючий суспільний інтерес до інклюзивних технологій зумовлює необхідність розробки технічних рішень, які поєднують доступність, автономність та можливість інтеграції у повсякденне життя осіб з інвалідністю. Особливо актуальним є створення навігаційних систем для людей із порушенням зору, що забезпечують орієнтацію в просторі без потреби у спеціальній інфраструктурі чи зовнішній підтримці. В умовах війни в Україні, коли зростає кількість людей із втратою зору через травми, викликані детонацією мін чи бойовими діями, впровадження таких рішень стає не лише соціально значущим, а й стратегічно важливим. Поєднання мікроконтролерів із нейронними мережами дає змогу створювати невеликі й енергоефективні пристрої для розпізнавання об'єктів. Вони можуть працювати в реальному часі й не потребують інтернету, що важливо для польових умов і надзвичайних ситуацій. Завдяки простим і швидким алгоритмам такі пристрої розпізнають об'єкти точно навіть за мінімальних технічних ресурсів. Таким чином, тема дослідження є актуальною та поєднує технічний і соціальний аспекти, спрямовані на підвищення доступності технологій і безпеки користувачів.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Важливими науковими здобутками автора є:

1. Обґрунтовано новий підхід до побудови адаптивної системи для осіб з вадами зору, в якій інтеграція моделі MobileNet на мікроконтролері з генеративною мовною підсистемою для української мови забезпечує автономне розпізнавання об'єктів і формування голосових повідомлень з урахуванням особливостей сприйняття інформації користувачем. Така комбінація не має

прямих аналогів серед існуючих рішень, що підтверджує наукову новизну і практичну цінність розробки.

2. Доведено доцільність використання методів попередньої обробки з урахуванням співвідношення між корисною та надлишковою інформацією в зображенні. Це дозволяє підвищити точність розпізнавання об'єктів різних категорій та свідчить про їхню ефективність для практичного застосування.

Запропоновані наукові положення підтверджуються розрахунками, моделюванням та результатами проведених експериментів.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі Акустичних та мультимедійних електричних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках держбюджетної НДР № 2704-п "Генезис мінно-вибухових травм і розробка мобільного електроакустичного апарату для діагностики і лікування ушкоджень слуху військовослужбовців" під керівництвом доцента кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем, к.т.н. Поповича Павла Васильовича.

Поставлена в дисертаційній роботі мета, а саме удосконалення систем розпізнавання об'єктів для людей з вадами зору та повною сліпотою шляхом застосування нейронних мереж на мікроконтролерах, та введення голосового сповіщення, а також розрахунок технічних параметрів окремих елементів системи та підбір компонентів на їх основі, досягнута.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Денісова Р.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171 «Електроніка» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Електроніка».

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури. Робота містить 81 рисунок та 2 таблиці. Загальний обсяг дисертації складає 139 сторінок.

У вступі сформульовано актуальність роботи, її мета та завдання. Додатково визначено об'єкт і предмет дослідження. Наведено положення наукової новизни і практична значимість одержаних результатів роботи.

У першому розділі виконано огляд етапів побудови систем розпізнавання зображень. Детально проаналізовано як традиційні підходи, так і сучасні алгоритми попередньої обробки вхідного зображення, виділення ключових ознак, сегментації об'єктів та подальшої постобробки результатів. Окрему увагу приділено архітектурі актуальних нейронних мереж, які застосовуються для

задач комп'ютерного зору. Також розглянуто існуючі технічні рішення та пристрої, розроблені спеціально для потреб користувачів із вадами зору.

У другому розділі здійснено аналіз апаратних та програмних компонентів, які можуть бути використані для побудови системи розпізнавання об'єктів із голосовим виводом результату. Обґрунтовано вибір архітектури нейронних мереж класу MobileNet як найоптимальніших для розгортання на пристроях з обмеженими ресурсами. В якості інструменту для тренування та експорту моделей було обрано платформу Edge Impulse, а для реалізації синтезу мовлення – систему eSpeak NG. Також було обрано декілька мікроконтролерів.

У третьому розділі проведено оцінку часу, необхідного для проходження повного циклу розпізнавання об'єкта з подальшим голосовим оголошенням результату. Враховано як швидкість реакції користувача на мовленнєву інформацію, так і часові характеристики обробки на різних етапах системи. Визначено тривалість озвучування слів різної довжини з урахуванням специфіки української мови. Окремо здійснено розрахунок електронних компонентів для реалізації різних варіантів системи на обраних платформах.

У четвертому розділі виконано експериментальні дослідження точності та швидкості розпізнавання п'яти обраних категорій об'єктів: "windows", "door", "trees", "traffic lights", "crosswalk" за допомогою моделей MobileNetV1 та MobileNetV2 з різними параметрами. Дослідження проводились на платах ESP32-S3-EYE, Raspberry Pi 5 та NVIDIA Jetson Nano з використанням як необроблених, так і комбінованих тренувальних даних. Також розраховано загальний час на повний цикл розпізнавання та озвучення назви об'єкта з урахуванням тривалості мовлення та слухової реакції користувача.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям розроблення електронних засобів розпізнавання об'єктів у просторі з інтелектуальними властивостями голосової ідентифікації їх приналежності до певних категорій.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Денісова Ростислава Віталійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Послідовність та логічність викладення матеріалу є чіткою та зрозумілою для читача, що дозволяє розуміти зміст дослідження та його внесок у світову науку. У дисертаційній роботі автор використовує загальноприйнятую термінологію в галузі електроніки та акустики, що є доречним та відповідає канонам наукових праць.

Робота вирізняється доступністю викладення основних положень, стиль мовлення є науковим з використанням стандартної термінології, яка прийнята в галузі електроніки та мікропроцесорної техніки.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 3 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України. Також результати дисертації були апробовані на 1 науковій фаховій конференції.

Наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Формулювання пунктів наукової новизни в анотації (6 пунктів) та вступі (3 пункти) відрізняються.

2. У розділі 3 дисертації наведено узагальнену схему, яка дає загальне уявлення про принцип роботи запропонованої системи. Подальший розгляд варіантів апаратної реалізації системи, на мою думку, мав би бути завершений розробленою детальною структурною схемою системи, що не наведено в роботі.

3. У пункті 4.1 четвертого розділу було обрано для обробки зображень програмне забезпечення Adobe Photoshop. Доцільно було б вказати альтернативне програмне забезпечення, яке є у вільному доступі, та обґрунтувати вибір серед наявних варіантів.

4. У четвертому розділі доцільно було б провести розрахунок загальної маси запропонованого пристрою враховуючі обрані для систем компоненти для оцінки зручності його використання людиною.

Висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Денісова Ростислава Віталійовича на тему «Система розпізнавання об'єктів і голосового сповіщення для людей з вадами зору на основі нейронних мереж та мікроконтролерів» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань «Електроніка та телекомунікації». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Денісов Ростислав Віталійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» за спеціальністю 171 «Електроніка».

Рецензент:

В.о. завідувача кафедри акустичних та
мультимедійних електронних систем

КПІ ім. Ігоря Сікорського

к.т.н., доцент

/  /

Олександр ДРОЗДЕНКО



« 11 » 06 20 25 року