

УДК 004

Судаков В.Р.¹, Субботін С.О.²

¹ студ. гр. КНТ-133м НУ «Запорізька політехніка»

² д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСТОСУНКУ ВІДСТЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ВІДЕО З FPV-ДРОНА

Об'єкт дослідження – процес розробки програмного забезпечення для відстеження об'єктів.

Предмет дослідження – програмні засоби для відстеження об'єктів.

Мета роботи – дослідження та розробка програмного забезпечення для відстеження об'єктів на відео з FPV-дрона.

Матеріали, методи та технічні засоби: мова програмування C++, середовище розробки Qt.

В ході виконання роботи було проаналізовано та досліджено процес розробки програмного забезпечення для відстеження об'єктів.

Визначено, що відстеження об'єктів на відеоданих є процесом ідентифікації, локалізації та відстеження об'єктів у кожному кадрі відеопотоку. Ця задача полягає в аналізі послідовності зображень з метою визначення об'єктів у просторі та часі. Зазвичай використовуються алгоритми комп'ютерного зору та машинного навчання, включаючи згорткові нейронні мережі, для обробки відеопотоку. Відзначено, що процес створення програмного забезпечення для відстеження об'єктів на відеоданих включає кілька етапів, які забезпечують його ефективну функціональність та відповідність технічним вимогам.

За результатами проведеного аналізу зроблено висновок, що у наш час існує досить багато програмних засобів для відстеження об'єктів. Проте деякі програмні засоби для відстеження об'єктів на відео можуть мати низку недоліків, які впливають на їхню ефективність і практичність. Одним із головних викликів є висока потреба в обчислювальних ресурсах, оскільки алгоритми відстеження, особливо ті, що базуються на глибокому навчанні, вимагають значної потужності процесора або графічного процесора. Це створює обмеження для їх використання на компактних дронах, де апаратні ресурси обмежені. Крім того, програмні засоби часто вимагають спеціальної настройки для роботи з різними сценаріями, що може бути складним для недосвідчених користувачів. Ще одним викликом є енергоспоживання, а також те, що використання складних алгоритмів скорочує час роботи дрона через швидкий розряд батареї. Тому актуальною є розробка програмного забезпечення для відстеження об'єктів.

Сформульовано функціональні вимоги до програмного забезпечення для відстеження об'єктів.

Для реалізації програмного забезпечення для відстеження об'єктів обрано мову програмування C++, яка дозволяє ефективно працювати з апаратними ресурсами, забезпечуючи високу швидкість виконання коду. Це є критично важливим для обробки відеопотоків у реальному часі, де необхідно виконувати складні обчислення з мінімальною затримкою. Крім того, C++ має широкий спектр бібліотек, які можуть бути використані для розробки програмного забезпечення для обробки зображень та відео. Іншою перевагою є те, що завдяки своїй низькорівневій природі C++ забезпечує мінімальні затримки при обробці даних, що є важливим для відстеження об'єктів у відеопотоці. C++ забезпечує низькорівневий доступ до апаратного забезпечення, що дозволяє взаємодіяти з камерами, сенсорами та іншими компонентами дронів для забезпечення ефективного оброблення вхідних даних.

Для створення програмного забезпечення для відстеження об'єктів обрано середовище розробки Qt, що дозволяє створювати програмне забезпечення, яке може працювати на різних операційних системах без значних змін у коді, що є важливим для роботи з дронами, які можуть працювати на різних вбудованих системах. Крім того, середовище Qt забезпечує ефективну роботу навіть у системах з обмеженими ресурсами завдяки оптимізації свого коду.

Визначено, що згорткові нейронні мережі є найефективнішими для відстеження об'єктів на відео завдяки їхній здатності швидко та точно обробляти просторові ознаки. Вони забезпечують високу продуктивність у реальному часі, що робить їх оптимальним вибором для відстеження об'єктів за допомогою FPV-дронів та інших завдань, де потрібна швидкість і точність. Хоча RNN і LSTM краще працюють із часовими залежностями, їх швидкодія поступається CNN. У сучасних завданнях трансформери демонструють високу точність і адаптивність, але їхня складність і вимоги до апаратного забезпечення роблять їх менш практичними в багатьох реальних сценаріях.

Показано, що оптимізація моделей на основі CNN для їх використання на FPV-дронах є критично важливою через обмеження в ресурсах, енергії та обчислювальній потужності. Завдяки методам скорочення можна зменшити модель, зберігаючи її функціональність, забезпечуючи реальну роботу у складних динамічних умовах. Оптимізовані CNN дозволяють FPV-дронам ефективно виконувати завдання відстеження об'єктів у реальному часі без значного збільшення вартості чи ваги системи.

Новизна роботи полягає у тому, що розроблено метод спрощення синтезованих згорткових нейромережових моделей для відстеження об'єктів на відео, який включає етапи прунингу, квантування, передачі знань та архітектурних оптимізацій. Унікальність запропонованого методу полягає в комплексному застосуванні кількох підходів для зменшення складності

моделі при збереженні високої продуктивності та точності. Цей метод дозволяє синтезувати та програмно реалізувати ефективні моделі для відстеження об'єктів на ресурсозалежних пристроях, таких як дрони.

Практична цінність результатів роботи полягає у тому, що розроблено програмне забезпечення для відстеження об'єктів.

Запропоновано структуру програмного забезпечення для відстеження об'єктів. Визначено, що структура програмного забезпечення для відстеження об'єктів складається з шести основних модулів, кожен з яких виконує специфічну роль в процесі обробки відео та відстеження об'єктів. Основними модулями програмного забезпечення для відстеження об'єктів є такі: модуль обробки відео, модуль відстеження об'єктів, модуль детекції об'єктів, модуль синтезу нейромережевої моделі, модуль оптимізації нейромережевої моделі для детекції об'єктів, модуль взаємодії з користувачем та візуалізації.

Розроблено базу даних програмного забезпечення для відстеження об'єктів, яка призначена для підтримки ефективного управління різними типами інформації, зокрема навчальними вибірками, параметрами моделі, результатами відстеження. Для цього використовується багаторівнева структура збереження, яка поєднує кілька форматів і технологій для оптимізації доступу до даних.

Описано функціонування програмного забезпечення для відстеження об'єктів. Визначено, що функціонування програмного забезпечення для відстеження об'єктів відбувається у двох основних фазах, кожна з яких виконує специфічні завдання для забезпечення ефективного аналізу відеопотоку та визначення об'єктів. Перша фаза призначена для синтезу та оптимізації нейромережевої моделі. Друга фаза функціонування програмного забезпечення полягає у відстеженні об'єктів, що передбачає обробку відеопотоків у реальному часі за допомогою синтезованої та оптимізованої моделі.

Описано особливості реалізації програмного забезпечення для відстеження об'єктів. Виконано проєктування інтерфейсу взаємодії користувача з програмним забезпеченням для відстеження об'єктів.

Виконано тестування розробленого програмного забезпечення для відстеження об'єктів. Результати тестування програмного забезпечення показали, що розроблена програма дозволяє забезпечити автоматизацію процесів, пов'язаних з підтримкою процесу відстеження об'єктів.