

*Турчик Є. Л.  
Криворізький національний університет  
Рибальченко О. Г.  
старший викладач, Криворізький національний університет*

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ АВТОМАТИЧНОЇ ПОСАДКИ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

*У доповіді було обговорено основні проблеми прецизійної посадки безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у зонах цільної забудови та наведено приклад рішення цих проблем методами комп'ютерного зору.*

За останні 10 років стрімкий зріст попиту на послуги з перевезення вантажів призвів до розвитку багатьох інноваційних технологій. Оскільки існуючі пропозиції логістичних компаній не завжди задовольняють користувача своєчасністю доставки або ціною на послуги, наразі є актуальним запровадження вантажних дронів. Вантажні БПЛА могли б суттєво зменшити ціну та підвищити швидкість перевезення вантажу в умовах міста чи промислової зони, адже вони не мають потреби пересуватися автомобільними шляхами, а ціна електроенергії для зарядки акумуляторів набагато менша ніж ціна на паливо для наземного транспорту.

Не зважаючи на всі переваги слід зауважити, що сучасні GPS системи навігації дронів не досконалі, тому реальна позиція апарату у просторі може відрізнятись на 5-20 метрів в залежності від кількості одночасно підключених супутників. Здебільшого це не впливає на переміщення дрона за маршрутом, проте може стати проблемою під час посадки апарату у зонах цільної забудови чи із великою кількістю перешкод.

Для вирішення цієї проблеми необхідно використовувати допоміжні засоби локального позиціонування, такі як використання пристроїв комп'ютерного зору. Для позначення посадкового майданчику пропонується використовувати QR-код, а закріплені на дроні допоміжний комп'ютер та відеокамера утворюють систему розпізнавання QR-мітки.

Припустимо, що роздільна здатність камери 640x480 пікселів, тоді за відомим місцезнаходженням кожного з кутів мітки на QR-кодi можна дізнатися положення БПЛА відносно посадкового майданчика. Знайдемо координати центру зображення:

$$(cx, cy) = \left(\frac{640}{2}, \frac{480}{2}\right) = (320, 240)$$

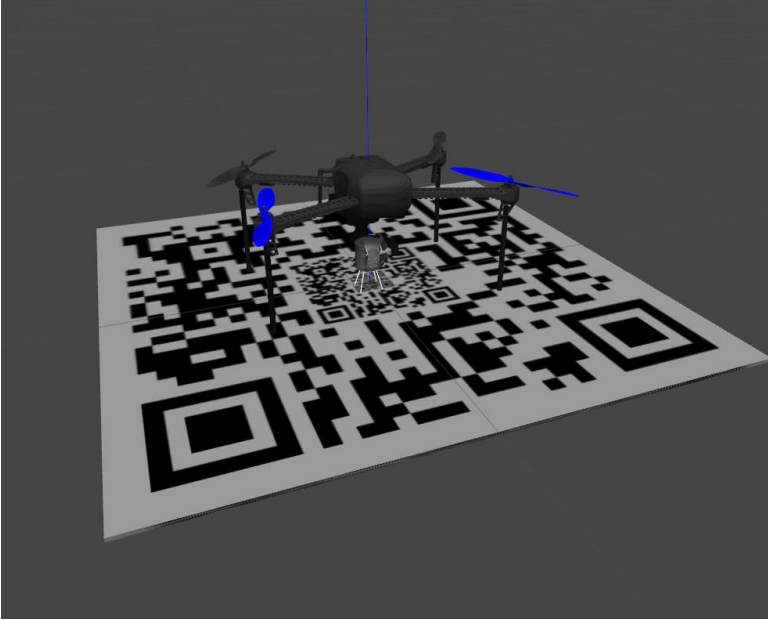
а також координати центру QR коду:

$$(qcx, qcy) = \left(\frac{x1 + x2}{2}, \frac{y1 + y2}{2}\right)$$

Отримавши ці дані, можна дізнатися у якій із чвертей зображення знаходиться QR код, а тим самим – до якого із кутів посадкового майданчику дрон знаходиться ближче. Це дозволить визначити, у якому напрямку необхідно рухатися для вирівнювання апарату над майданчиком:

1. Якщо  $qcx < cx$ ,  $qcy < cy$  – QR код у верхньому лівому куті;
2. Якщо  $qcx < cx$ ,  $qcy \geq cy$  – QR код у нижньому лівому куті;
3. Якщо  $qcx > cx$ ,  $qcy < cy$  – QR код у верхньому правому куті;
4. Якщо  $qcx > cx$ ,  $qcy \geq cy$  – QR код у нижньому правому куті;

Запропонована система була реалізована за допомогою мови програмування Python 3.8 та бібліотек DroneKit [1] та OpenCV [2]. При цьому, враховуючи, що використання реального БПЛА для перевірки системи під час її створення не є бажаним через можливі помилки у виконанні програми, які можуть привести до непередбаченої поведінки дрону, для відлагодження роботи системи було використане середовище симулятора Gazebo [3].



*Рис. 1 – Симулятор Gazebo та розміщений у ньому дрон на посадковому майданчику з QR кодом*

## ВИСНОВКИ

Після визначення проблем автоматичної посадки БПЛА було запропоновано їх рішення за допомогою технологій комп'ютерного зору. Дослідження показали, що розроблена система може стати досконалим інструментом прецизійної посадки дронів у зонах щільної забудови.

## ЛІТЕРАТУРА

1. DRONEKIT. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://dronekit.io/>
2. OpenCV-Python. [Електронний ресурс] / Режим доступу: [https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py\\_tutorials/py\\_tutorials.html](https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_tutorials.html)
3. Gazebo. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://gazebo-sim.org/>