

ВІЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖ З ДОПОМОГОЮ МОДЕЛЕЙ YOLO

UDC 004.932.2:004.021:614.841

T. Semtsiv

FIRE DETECTION USING YOLO MODELS

Оперативне виявлення осередків займання є однією із важливих функцій сучасних систем безпеки, особливо там, де класичні давачі реагують із затримкою або не мають достатнього покриття. У таких випадках використання моделей комп'ютерного зору сімейства YOLO є одним із найефективніших інструментів [1]. Їхня перевага полягає у здатності в режимі реального часу опрацьовувати відеопотік із достатньою точністю, що дозволяє вловлювати динамічні ознаки, як-от поява полум'я чи задимлення.

Реалізація цього підходу вимагає глибокої адаптації архітектури YOLO [1]. На початку процесу вхідний відеокадр проходить через потужну згорткову мережу Backbone, яка здійснює екстракцію ознак. Фактично, виконується перетворення вхідних даних I у тензор ознак F функцією G_{Conv} , що описується як [2]:

$$F = G_{\text{Conv}}(I) \quad (1)$$

Модель навчається розпізнавати специфічні ознаки такі як хаотичні та рухливі контури полум'я, інтенсивність світіння, а також задимленість. Також важливим при розпізнаванні пожеж є робота з об'єктами різних розмірів – від невеликого вогню до великого диму. Це досягається завдяки використанню багатомасштабного модуля опрацювання ознак. Цей механізм дозволяє моделі інтегрувати як семантичні ознаки з глибоких шарів, так і просторові ознаки з поверхневих шарів. Для підвищення точності локалізації полум'я, яке не має сталої форми, в сучасних YOLO часто застосовується Anchor-Free підхід [2]. Розміри прямокутника b_w та b_h прогножуються за допомогою експоненціальних функцій:

$$b_w = \exp(t_w) \text{ і } b_h = \exp(t_h), \quad (2)$$

де t_w та t_h – параметри, які безпосередньо виводить нейронна мережа.

Навчання моделі контролюється функцією втрат $\mathcal{L}$, яка є сумою різних компонентів. Для покращення локалізації в $\mathcal{L}_{\text{box}}$ застосовуються метрики, чутливі до перекриття, такі як DIOU Loss [2]. Ця метрика використовує відстань між центрами b і b^{gt} для оптимізації, а її частина описується як:

$$\mathcal{L}_{\text{box}} = 1 - \text{IoU} + \frac{\rho^2(b, b^{\text{gt}})}{c^2} \quad (3)$$

де ρ – евклідова відстань, а c – діагональ найменшого охоплюючого прямокутника.

Для боротьби з дисбалансом при виявленні пожеж у $\mathcal{L}_{\text{cls}}$ використовується Focal Loss, що надає більшої ваги саме помилкам, пов'язаним з ідентифікацією вогню. На практиці системи на базі YOLO мають значну перевагу завдяки швидкості та точності реакції.

Література

1. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. та Farhadi, A. (2016). *You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection*. In: Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 779–788.
2. Bochkovskiy, A., Wang, C.-Y. та Liao, H.-Y. M. (2020). *YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection*. arXiv preprint arXiv:2004.10934.