

УДК 621.382.8

Б. Білоус, аспірант; М. Паламар, д. т. н., проф.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**ПОРІВНЯННЯ АПАРАТНИХ ПЛАТФОРМ
ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ
З ОБМЕЖЕННЯМИ ПО ЕНЕРГОСПОЖИВАННЮ ТА МАСІ**

UDC 621.382.8

B. Bilous, graduate student; M. Palamar, Dr., Prof.

**COMPARISON OF HARDWARE PLATFORMS
FOR DYNAMIC OBJECT RECOGNITION
UNDER POWER AND WEIGHT CONSTRAINTS**

Ключові слова: розпізнавання об'єктів, стереозір, вбудовані системи.

Key words: object detection, stereo vision, embedded systems.

У системах комп'ютерного зору дедалі важливішим стає завдання точного та енергоефективного розпізнавання динамічних об'єктів у реальному часі. Вибір апаратної платформи суттєво впливає на точність, затримку, автономність і вартість розгортання таких рішень. У роботі виконано порівняльний аналіз трьох сучасних трикамерних платформ, з огляду на критерії, релевантні до задачі розпізнавання динамічних об'єктів у мобільних або енергозалежних сценаріях.

У порівнянні розглядаються три апаратні рішення, які реалізують трикамерну архітектуру з різними підходами до обробки даних глибини та підтримки нейромережевого аналізу:

- Luxonis OAK-D-Lite – камера просторового AI з вбудованим VPU Myriad X.
- Intel RealSense D435i – камера з активним стереозором та IMU, що покладається на зовнішній обчислювальний модуль.

e-con Systems e-CAM130A_TRICUTX2 + Jetson TX2 – три високоякісні RGB-камери, обробка виконується на зовнішньому GPU.

Ці платформи обрані з огляду на обмеження по масі та енергоспоживанню, які є типовими для мобільних робототехнічних систем, БПЛА або edge-пристроїв.

Критерії, що мають вирішальне значення для розпізнавання динамічних об'єктів:

- 1) Роздільна здатність і частота кадрів – важливі для точного розпізнавання на швидких сценах.
- 2) Тип затвора – global shutter забезпечує менше спотворень при русі.
- 3) Підтримка глибинної карти (stereo depth) – визначає можливість трекінгу у 3D-просторі.
- 4) Обчислювальні ресурси для AI – наявність вбудованої нейромережевої обробки зменшує затримки.
- 5) Споживана потужність та маса – критичні для автономних систем.

Таблиця 1. Порівняльні параметри платформ

Платформа	RGB камера	Стерео (тип, fps)	Затвор	Глибина	Вбудований AI	Енергоспоживання (Вт)	Маса (г)
OAK-D-Lite	13 Мп, AF/FF	2× 0.3 Мп, до 200 fps	GS	0.8–12 м	Myriad X	~5	61
RealSense D435i	2 Мп, FF	2× IR, до 90 fps	GS	0.2–10 м	–	~4	72
e-CAM130A + TX2	3× 13 Мп, FF	3× 4K@30	RS	–	Jetson TX2	~15	>180

		fps (async)					
--	--	-------------	--	--	--	--	--

ОАК-D-Lite демонструє збалансовану конфігурацію: достатню роздільну здатність, підтримку глибинної карти, глобальний затвор в монохромних камерах та вбудований модуль нейромережевої обробки (VPU). Це дає змогу обробляти відеопотік локально без потреби в зовнішньому комп'ютері. У порівнянні, RealSense D435i також забезпечує stereo depth і IMU, але вимагає зовнішнього хоста для обчислення AI. e-con TRICUTX2 з TX2 вирізняється роздільною здатністю, однак має послідовний затвор (rolling shutter) та високе споживання енергії.

Серед розглянутих платформ Luxonis ОАК-D-Lite є оптимальним вибором у класі легких, енергоефективних та автономних рішень для розпізнавання динамічних об'єктів. Її переваги полягають у поєднанні вбудованої нейромережевої обробки, глобального затвора та підтримки глибинної карти при низькому енергоспоживанні й масі.

Література

1. Luxonis. OAK-D-Lite Hardware Overview. <https://docs.luxonis.com/hardware/products/OAK-D%20Lite>
2. Intel RealSense depth camera D435i.
3. <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/sku/190004/intel-realsense-depth-camera-d435i/specifications.html>
4. e-con Systems. e-CAM130A_TRICUTX2. <https://www.e-consystems.com/three-synchronized-4k-cameras-for-nvidia-jetson-tx2.asp>
5. Palamar M., Yavorska M., Strembitskyi M., Strembitskyi V. Selection of the efficient video data processing strategy based on the analysis of statistical digital images characteristics. Scientific Journal of TNTU. – Tern. : TNTU, 2018. – Vol 91. – No 3. – P. 107–114. – (Instrument-making and information-measuring systems).
6. Palamar M., Strembitskiy M., Chaikovskiy A., Pasternak Y., Kruglov V. Studying cluster neural networks for computer vision. 2019
7. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/28833>
8. Palamar M., Strembitskiy M., Batiuk, M., Chaikovskiy A., Plavutska, I. Information system for detecting low-flying air targets and recognition of their class, 2024.