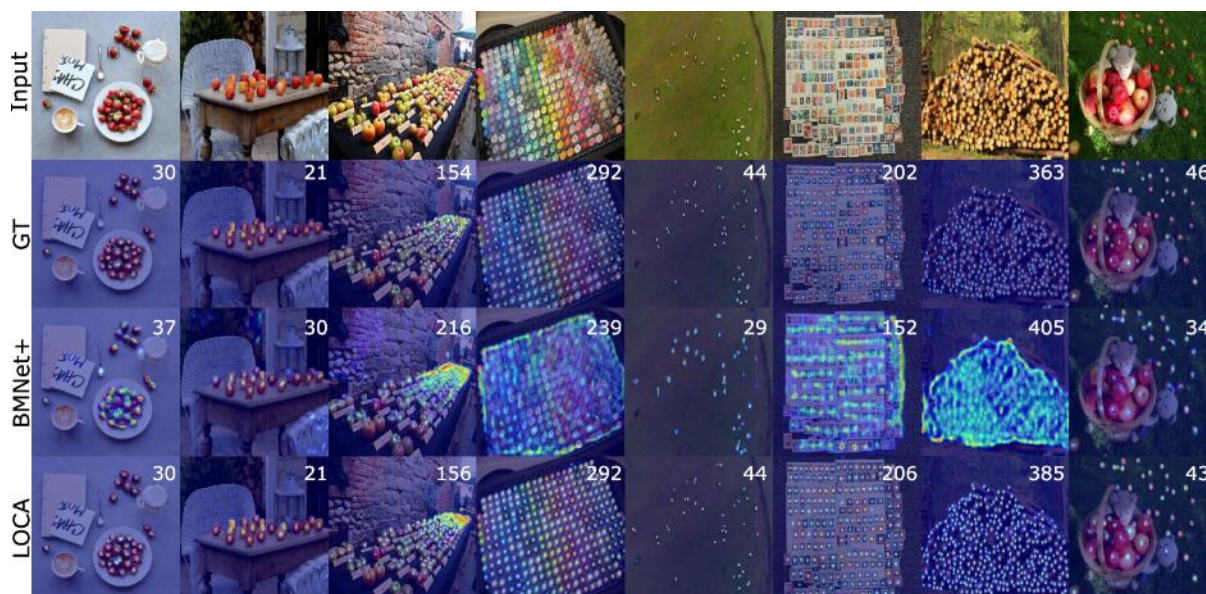


Razvoj metod za štetje objektov z malo ali nič učnimi primeri omogočila EuroHPC Vega in Arnesova računska gruča

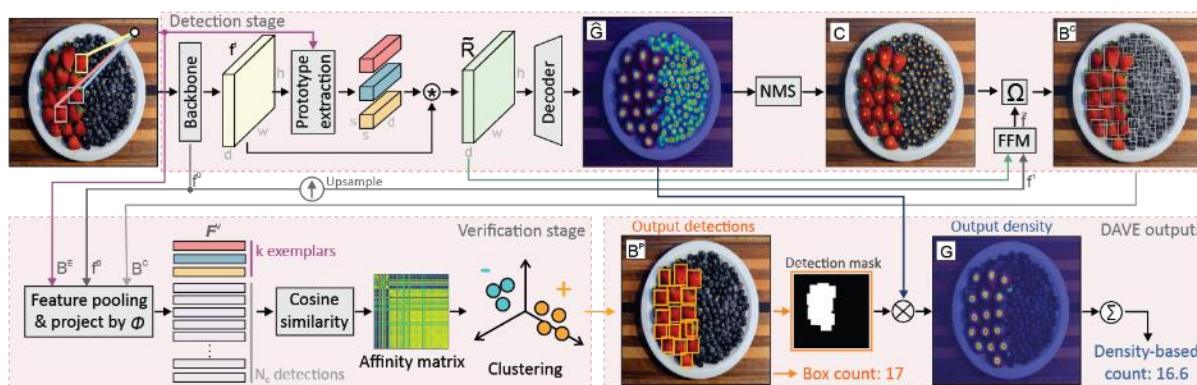
Šteje objektov je ključno v raznovrstnih aplikacijah, vse od analize rasti celičnih struktur, ocenjevanja množic v video nadzornih sistemih do štetja produktov na proizvodnih linijah. Klasične metode so v teh primerih neuporabne, saj potrebujejo velike učne množice, ki pa v nevednih primerih pogosto niso na voljo. [Metode](#), ki jih razvijajo v [Laboratoriju za umetne vizualne spoznavne sisteme na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani](#), pa omogočajo natančno štetje z zgolj nekaj učnimi primeri in predstavljajo metodološki skok v računalniškem vidu.

Sprva so člani Laboratorija za umetne vizualne spoznavne sisteme (Nikola Đukić, doc. dr. Alan Lukežič ter Vitjan Zavrtnik) pod vodstvom prof. Mateja Kristana razvili metodo strojnega učenja za štetje objektov z malo ali nič učnimi primeri, imenovano LOCA. Uporabnik v sliki označi le nekaj primerov izbrane kategorije objektov, na primer tri, LOCA pa se hkrati nauči detekcijskega modela ter prešteje vse ostale objekte iste kategorije v sliki. Glavni prispevek metode je nov postopek za izračun prototipov, ki loči vizualne in oblikovne značilnice, jih postopoma prilagodi v sliki neoznačenim objektom ter zlije v končne prototipe. S tem doseže zelo dobro generalizacijo preko izgleda objektov, kar izboljša zanesljivost lokalizacije. Poleg zanimivosti raziskovalnega problema, je LOCA uporabna v številnih aplikacijah, kjer velike podatkovne zbirke, potrebne za učenje klasičnih detekcijskih algoritmov, niso na voljo, kot denimo v bioloških raziskavah. LOCA je bila predstavljena na prestižni konferenci s področja računalniškega vida [International Conference on Computer Vision - ICCV2023](#) (stopnja sprejetja 26.15%) in je prejela 16 citatov zgolj 8 mesecev po objavi, [prosto dostopna koda na GitHub](#) pa kar 36 zvezdic in 3 delitve. O odmevnosti priča tudi dejstvo, da je [Fakulteta za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani spomladi 2024 podpisala pogodbo s podjetjem Mathworks](#), ki bo metodo vključilo v svoj programski paket Matlab.



Slika 1: Primerjava uspešnosti štetja z metodo LOCA in sorodnimi metodami [1].

Člani Laboratorija za umetne vizualne spoznavne sisteme (Jer Pelhan, doc. dr. Alan Lukežič ter Vitjan Zavrtnik) so pod vodstvom prof. Kristana nadaljevali z razvojem in metodo LOCA razširili z detekcijskim modelom v novo metodo imenovano DAVE, ki temelji na izvorni arhitekturi nevronske mreže in je sposobna štetja z malo ali nič učnimi primeri ali s tekstovnim poizvedovanjem ter bistveno presega metodo LOCA in s tem postavlja nov kvalitativni mejnik v štetju. Ključna razlika do sorodnih del je v omogočanju lokalizacije in detekcije objektov z visokim priklicem, hkrati pa metoda izvede introspekcijsko analizo s statistično metodo, ki ponovno analizira rezultate detekcije, identificira ven-ležeče elemente (angl., outliers) ter tako odstrani napačne detekcije. Dodatna odlika arhitekture DAVE je v tem, da omogoča vse načine štetja: (i) štetje z malo učnimi primeri, (ii) štetje brez učnih primerov ter (iii) štetje s tekstovnim poizvedovanjem ter presega vse dosedanje metode, tudi tiste, specializirane za posamezni modus. Metoda DAVE je bila predstavljena na najprestižnejši konferenci računalniškega vida [IEEE / CVF Computer Vision and Pattern Recognition Conference - CVPR2024](#) v Seattlu (stopnja sprejetja 23.6%, h-index: 422), [prosto dostopna koda na GITHUB](#) pa je v zgolj 5 dni po objavi prejela 12 zvezdic.



Slika 2: Metoda DAVE je sestavljena iz dveh stopenj, zaznavanja in preverjanja, njen rezultat pa so zaznani predmeti ter njihova lokalizacija [2].

Glede na izjemne rezultate metoda DAVE postavlja nov mejnik v bazičnih raziskavah umetne inteligence, specifično metod učenja z malo učnimi primeri, vpeljuje novo paradigmo pri detekciji objektov ter omogoča številne aplikacije na področjih, kot so biomedicinska analiza slik, kontrola v produkcijskih linijah in splošnih števcih objektov, ki jih dosedanje metode niso mogle ustrezno nasloviti.

V izrazito konkurenčnem okolju računalniškega vida je uspešnost raziskav globokih modelov, kot sta LOCA in DAVE, močno odvisna od dostopa do specializirane računske opreme. Pri razvoju obeh metod sta tako ključno vlogo igrala [superračunalnik EuroHPC Vega](#) in [Arnesova superračunalniška gruča](#), ki sta raziskovalcem omogočila brezplačen dostop do opreme in pospešen razvoj.

- [1] Djukić, et al., *A Low-Shot Object Counting Network With Iterative Prototype Adaptation*, ICCV 2023. https://openaccess.thecvf.com/content/ICCV2023/papers/Dukic_A_Low-Shot_Object_Counting_Network_With_Iterative_Prototype_Adaptation_ICCV_2023_paper.pdf. [5. 7. 2024].
- [2] Pelhan, et al., *DAVE – A Detect-and-Verify Paradigm for Low-Shot Counting*, 2024. <https://arxiv.org/pdf/2404.16622>. [5. 7. 2024].