

Istraživači na projektu:

FER – Laboratorij za podvodne sustave i tehnologije (LAPOST)				
				LABUST
prof. dr. sc. Nikola Mišković istraživač	prof. dr. sc. Gordan Gledec istraživač, član Upravnog odbora	Nadir Kapetanović mladi istraživač		
FER – Laboratorij za robotiku i inteligentne sustave upravljanja				
prof. dr. sc. Zdenko Kovačić voditelj projekta, član Upravnog odbora	prof. dr. sc. Stjepan Bogdan istraživač	izv. prof. dr. sc. Matko Orsag istraživač	Ivo Vatavuk mladi istraživač	Ivan Hrabar mladi istraživač
		LARICS LABORATORY FOR ROBOTICS AND INTELLIGENT CONTROL SYSTEMS DEPARTMENT OF CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING Faculty of Electrical Engineering and Computing, The University of Zagreb		
Institut za more i priobalje				
doc. dr. sc. Nenad Antolović istraživač	dr. sc. Jakša Bolotin istraživač	dr. sc. Nikša Glavić istraživač, član Upravnog odbora	dr. sc. Valter Kožul istraživač	Antonia Kurtela mladi istraživač
Agronomski fakultet				
prof. dr. sc. Bernard Kozina istraživač, član Upravnog odbora	Marina Anić istraživač			

Suradnici

Marko Cukon, MAJESTIC ELEKTRONIKA INOVACIJE d.o.o., Krnica
pred. dr. sc. Denis Kotarski, Visoko učilište Karlovac
doc. dr. sc. Petar Piljek, FSB, Zagreb
Ivan Ušlejbrka, Cromaris d.d., Zadar
Dario Stuhne, LARICS-FER
Ana Batinović, LARICS-FER
dr. sc. Goran Vasiljević, LARICS-FER

Projekt HEKTOR zamišljen je kao projekt u kojem će se izgraditi modularan i autonoman robotski sustav, prilagođen za različite misije u vinogradarstvu i marikulturi s predviđenom mogućnošću intervencije čovjeka tijekom obavljanja različitih radnih, inspekcijskih i interventnih zadataka. Glavni cilj projekta HEKTOR je ostvariti sustavno rješenje za koordinaciju pametnih heterogenih robota/vozila (morskih, kopnenih i zračnih) koji su u stanju autonomno surađivati i međusobno raspodjeljivati zadatke u otvorenom nestrukturiranom prostoru/akvatoriju.

Trajanje projekta: 13. 03. 2020. – 31. 03. 2023.

Vrijednost projekta: 5.794.060,14 HRK

Voditelj: Zdenko Kovačić (Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva)

Partneri: Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Sveučilište u Dubrovniku Institut za more i priobalje

Industrijsko istraživanje (13.03. 2020. – 31. 03. 2022.): U ovoj fazi projekta detaljno su analizirane postojeće procedure u obradi i njegovanju vinograda te postupci koji se primjenjuju u kaveznom uzgoju ribe kako bi se izolirale one procedure i oni postupci koji se mogu poboljšati uvođenjem heterogenog autonomnog robotskog sustava. Upravo na tako izoliranim postupcima i procedurama zasnivaju se inovacijska rješenja kojima se nadomešta ljudski rad u teškim uvjetima (velike strmine, velike površine nasada, dugotrajno ronjenje na većim dubinama, nepovoljni vremenski uvjeti, i sl.). Nakon toga su se nadogradile/prilagodile postojeće i novonabavljene robotske platforme kao sastavni dio složenog robotskog sustava te su se pripremili programski moduli za percepцију i planiranje putanja i trajektorija (inovacijska rješenja očekuju se i u području robotske manipulacije). Konačno, izrađeni prototipovi robotskih platformi ispitani su u laboratorijskom okruženju, a pojedine funkcionalnosti sustava i u realističnim uvjetima. Nakon što je u laboratorijskim uvjetima potvrđena funkcionalnost pojedinih robotskih platformi i podsustava, krenulo se s laboratorijskim ispitivanjem cijelog sustava – provjera komunikacijskih sustava i koordiniranog djelovanja platformi (inovacijska rješenja očekuju se i u području koordiniranog i kooperativnog upravljanja robotskim platformama).

Eksperimentalni razvoj (01. 04. 2022. – 31. 03. 2023.):

Druga faza projekta odvijat će se kroz demonstracijske aktivnosti u okruženju koje odražava operativne uvjete iz stvarnog života (vinogradi na pokušalištu Jazbina i na otoku Korčuli i Cromarisovi kavezzi za uzgoj ribe na otoku Ugljanu u okolini Zadra), kako je opisano u Elementu projekta 4: Demonstracijski scenariji. Nakon svakog provedenog terenskog testiranja analizirat će se ostvareni rezultati i napraviti će se potrebne modifikacije elemenata sustava te će se ponovo obaviti testiranje u operativnim uvjetima. Ovaj iterativni postupak ponovit će se u nekoliko koraka čime će se na minimalnu mjeru svesti moguće pogreške u projektiranju sustava.



Prelog, 13. – 15. 05. 2022.

Projekt

Heterogeni autonomni robotski sustav za primjene u vinogradarstvu i marikulturi



<http://hektor.fer.hr/>

Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj -Poziv:
Ulaganje u znanost i inovacije
(KK.01.1.1.04.0036).



Europska unija



„Zajedno do fondova EU“

Elementi robotskog sustava HEKTOR

Sustav HEKTOR sastoji se od 4 heterogena robota i 3 podsustava za kolaboraciju robota. Svi elementi robotskog sustava HEKTOR komuniciraju međusobno i koordiniraju svoje akcije koristeći kao podlogu ROS (Robot Operating System).

Lagana autonomna bespilotna letjelica (LAAR)

Osnovne karakteristike LAAR-a:

- Snimanje i 3D modeliranje vinograda
- Kvadrokopter od karbonskih vlakana srednje veličine
- Dimenzijs [m] – 1,2 x 1,2 x 0,45, kategorija 8-10 kg, vrijeme leta 30 min
- Pixhawk autopilot, Intel NUC ugradeno računalo
- Senzori: Velodyne VLP-16 LiDAR senzor, Sony RX100 RGB kamera, multispektralni MicaSense RedEdge-MX senzor, termička kamera



Autonomni mobilni manipulator (ATMM)

Osnovne karakteristike ATMM-a:

- Autonomno kretanje u vinogradu
- Operacije na vinovoj lozi – kontrolirano prskanje i skidanje mladica
- 2 dijela – mobilna platforma i robotski manipulator Kinova Gen3 – 7-SSG, kontroliran momentom
- Senzori: LiDAR, stereo kamere i GPS
- Sustavi za kontrolirano prskanje i skidanje mladica



Autonomno površinsko vozilo (ASV) – tip katamarana opremljeno platformom za slijetanje LAAR-a na ASV

Osnovne karakteristike ASV-a:

- Platforma za pristanak LAAR-a i ROV-a
- Dimenzijs – 2m x 1m x 1,4m, težina 100 kg
- Korisni teret – ROV, TMS, platforma za slijetanje za LAAR
- 4 x T200 potisnika (1-2 čvora)
- Pojačivač motora Minn Kota RT 55 EM (3-4 čvora)
- 4-5h autonomije
- Korekcije GNSS, IMU, LTE mreže
- Senzori: Hikvision IP kamera



Daljinski upravljano podvodno vozilo (ROV) - ronilica

Osnovne karakteristike ROV-a:

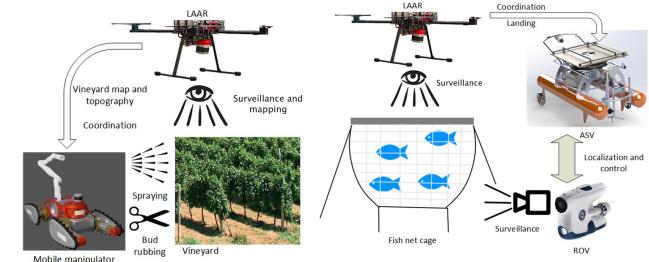
- Nadzor i inspekcija kaveza i mreža kaveza
- Prikupljanje podataka za modeliranje riblje populacije
- Blueye PRO
- Dim. – 48,5 cm x 25,7 cm x 35,4 cm, 9 kg
- 2 h autonomije, do 300m dubine
- Full HD 30 fps kamera s kutom nagiba ±30 stupnjeva
- Svjetla od 3300 lumenia
- Senzori: IMU, senzor temperature, unutarnji tlak
- WiFi ili Ethernet veza



Podsustav upravljanja užetom za ROV s priključnom stanicom na ASV-u (lijevo) i podvodni akustički lokalizacijski sustav (desno)



Scenariji u vinogradarstvu i marikulturi



Publikacije (faza Industrijsko istraživanje)

Časopisi

- Ivanovic A.; Orsag, M. "Parabolic Airdrop Trajectory Planning for Multirotor Unmanned Aerial Vehicles," IEEE Access, vol. 10, 36907-36923, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3164434.
- Vatavuk, I.; Polic, M.; Hrabar, I.; Petrić, F.; Orsag, M.; Bogdan, S.: Team LARICS at MBZIRC 2020: Autonomous Mobile Manipulation in a Wall Building Scenario", Field Robotics, 2, 201-221, 2022, http://dx.doi.org/10.5541/zenodo.2022008.
- Kapetanović, N.; Goričanec, J.; Vatavuk, I.; Hrabar, I.; Stuhne, D.; Vasiljević, G.; Kovačić, Z.; Mišković, N.; Antolović, N.; Anić, M.; Kozina, B. Heterogeneous autonomous robotic system in viticulture and mariculture: Vehicles development and systems integration. Sensors 2022, 22, 2961. https://doi.org/10.3390/s22082961
- Vatavuk, I.; Vasiljević, G.; Kovačić, Z.; Task Space Model Predictive Control for Selective Vineyard Spraying with a Mobile Manipulator. Agriculture, Vol. 12, no. 3, 3812022, https://doi.org/10.3390/agriculture12030381
- Hrabar, I.; Vasiljević, G.; Kovačić, Z. Estimation of the Energy Consumption of an All-Terrain Mobile Manipulator for Operations in Steep Vineyards. Electronics, Vol. 11, no. 2, 217, 2022, https://doi.org/10.3390/electronics11020217.
- Batinić, A.; Ivanović, T.; Petrović, S. Bogdan, A Shadowcasting-Based Next-Best-View Planner for Autonomous 3D Exploration," in IEEE Robotics and Automation Letters, https://doi.org/10.1109/LRA.2022.3146586.
- Batinić, T.; Petrović, A.; Ivanović, F.; Petrić and S. Bogdan, A Multi-Resolution Frontier-Based Planner for Autonomous 3D Exploration, in IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 6, no. 3, pp. 4528-4535, July 2021, https://doi.org/10.1109/LRA.2021.3068923.
- Kapetanović, N.; Vasiljević, A.; Nad, Đ.; Zubčić, K.; Mišković, N. Marine Robots Mapping the Present and the Past: Unraveling the Secrets of the Deep, Remote Sensing, 2020, 12, 3902; https://doi.org/10.3390/rs12233902
- Kapetanović, N.; Kordić, B.; Vasiljević, A.; Nad, Đ.; Mišković, N. Autonomous Vehicles Mapping Plitvice Lakes National Park, Croatia, Remote Sensing, 2020, 12, 3683; https://doi.org/10.3390/rs12233683 .

Konferencije

- M. Rezo, Čagalj K.-M., Ušlejbrka I., Z. Kovačić, Collecting Information for Biomass Estimation in Mariculture with a Heterogeneous Robotic System, 2021 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO), 2021, pp. 1125-1130, https://doi.org/10.23919/MIPRO52101.2021.9596683 .
- Hrabar I., Goričanec J., Kovačić Z., Towards Autonomous Navigation of a Mobile Robot in a Steep Slope Vineyard, 2021 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO), 2021, pp. 1119-1124, https://doi.org/10.23919/MIPRO52101.2021.959697 .
- Goričanec J.; Kapetanović, N.; Vatavuk, I.; Hrabar, I.; Kurtele, A.; Anić, M.; Vasiljević, G.; Gledec, G.; Glavić, N.; Bogdan, S.; Orsag, M.; Petrović, T.; Bošotin, J.; Kožul, V.; Cukon, M.; Stuhne, D.; Antolović, N.; Kozina, B.; Mišković, N.; Kovačić, Z. „Heterogeneous autonomous robotic system in viticulture and mariculture - project overview," 2021 16th International Conference on Telecommunications (ConTEL), 2021, pp. 181-188, https://doi.org/10.23919/ConTEL52528.2021.9495569 .
- Borković, Goran; Fabijanić, Matej; Magdalenić, Maja; Malobabić, Andro; Vuković, Jura; Zielinski, Igor; Kapetanović, Nadir; Kvasić, Igor; Babić, Anja; Mišković, Nikola, "Underwater ROV Software for Fish Cage Inspection," 2021 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO), 2021, pp. 1747-1752, https://doi.org/10.23919/MIPRO52101.2021.9596823 .
- Kapetanović, N.; Nad, Đ.; Mišković, N. Towards a Heterogeneous Robotic System for Autonomous Inspection in Mariculture, The IEEE/OES MTS Global OCEANS Conference and Exposition, San Diego, SAD, 2021.