

UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS						
<b>Predmet:</b>		Napredne metode računalniškega vida				
<b>Course title:</b>		Advanced topics in computer vision				
<b>Študijski program in stopnja</b> Study programme and level		<b>Študijska smer</b> Study field		<b>Letnik</b> Academic year	<b>Semester</b> Semester	
Interdisciplinarni magistrski študijski program Računalništvo in matematika		ni smeri		1 in 2	drugi	
Interdisciplinary Masters study programme Computer Science and Mathematics		none		1 in 2	second	
<b>Vrsta predmeta / Course type</b>				izbirni		
<b>Univerzitetna koda predmeta / University course code:</b>				63552		
<b>Predavanja</b> Lectures	<b>Seminar</b> Seminar	<b>Vaje</b> Tutorial	<b>Klinične vaje</b> work	<b>Druge oblike študija</b>	<b>Samost. delo</b> Individ. work	<b>ECTS</b>
45	10	20			105	6
<b>Nosilec predmeta / Lecturer:</b>		Matej Kristan				
<b>Jeziki / Languages:</b>	<b>Predavanja / Lectures:</b>		slovenski/Slovene, angleški/English			
	<b>Vaje / Tutorial:</b>		slovenski/Slovene, angleški/English			
<b>Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:</b>				<b>Prerequisites:</b>		
<b>Vsebina:</b>				<b>Content (Syllabus outline):</b>		

<p>Predmet vsebuje različne napredne teme s področja zaznavanja gibanja z metodami računalniškega vida. Konkretna vsebina se bo letno prilagajala trendom na tem hitro razvijajočem se področju. Trenutne aktualne teme obsegajo:</p> <p>Pregled področja ocenjevanja gibanja in aplikacije.</p> <p>Ocenjevanje optičnega toka z metodami najmanjših kvadratov.</p> <p>Ocenjevanje optičnega toka z variacijskim računom.</p> <p>Sledenje s parametrično predlogo po postopku Lucas-Kanade.</p> <p>Sledenje s histogrami po postopku srednjega premika (Mean Shift).</p> <p>Sledenje s stohastično optimizacijo po postopku križne entropije.</p> <p>Rekurzivni Bayesovi filtri za sprotno ocenjevanje stanj.</p> <p>Sledenje s Kalmanovim filtrom.</p> <p>Sledenje s filtri z delci.</p> <p>Sledenje deformabilnih objektov s konstelacijskimi modeli.</p> <p>Metodologije primerjave sledilnikov.</p> <p>Sledenje s klasifikacijo.</p> <p>Metode dolgoročnega sledenja z detekcijo.</p>	<p>The course will include selected advanced topics in motion perception using computer vision. Concrete topics will change each year according to trends in this fast developing field. in computer science and industry. Potential topics will include:</p> <p>Overview of the field motion estimation and applications.</p> <p>Optical flow estimation using least-squares.</p> <p>Variational optical flow estimation.</p> <p>Parametric template tracking using Lucas-Kanade.</p> <p>Histogram-based tracking using Mean Shift</p> <p>Tracking as stochastic optimization using cross entropy.</p> <p>Recursive Bayes filter for online state estimation.</p> <p>Tracking by Kalman filter.</p> <p>Tracking by particle filters.</p> <p>Tracking deformable objects by constellation models.</p> <p>Methodologies of tracker comparison.</p> <p>Tracking by classification.</p> <p>Long-term tracking by detection.</p>
---	--

**Temeljni literatura in viri / Readings:**

Simon J. D. Prince, Computer Vision: Models, Learning, and Inference, Cambridge University Press, 2012

Richard Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer, 2010

David Barber, Bayesian Reasoning and Machine Learning, Cambridge University Press, 2012

### **Cilji in kompetence:**

Primarni namen predmeta je seznanitev z raziskovalno zahtevnim področjem, ki je del računalniškega vida, širše pa umetne inteligence. V tem smislu je snov logično nadaljevanje prvostopenjskih predmetov umetne inteligence, specifično osnovnih tem s področja računalniškega vida, multimedije in strojnega učenja. Sekundarni namen predmeta je osvojitve uporabe analitičnih in numeričnih metod, s katerimi se študentje že spoznajo pri bazičnih predmetih, vendar jih pogosto ne uporabijo v praksi. Študentje bodo ob koncu predmeta seznanjeni z modernimi metodami ocenjevanja gibanja in sledenja z metodami računalniškega vida ter imeli praktične izkušnje iz implementacije teh metod.

### **Objectives and competences:**

The primary objective is obtaining an overview of scientifically challenging topics of computer vision and broader artificial intelligence. In this sense, the course is logical continuation of basic first-level courses in artificial intelligence, specifically, computer vision, multimedia and machine learning. The secondary objective is practical application of analytical and numerical methods that students learn at basic courses, but seldom use in practice. At the end of this course the students will be skilled in modern approaches for motion estimation and tracking using computer vision approaches. The students will obtain practical experience with these approaches.

### **Predvideni študijski rezultati:**

Po uspešnem zaključku predmeta naj bi študenti:

- poznali glavne postopke ocenjevanja gibanja in lokalizacijo premikajočih se objektov,
- razumeli koncept ocenjevanja optičnega toka in bili sposobni implementirati osnovne postopke,
- razumeli matematično ozadje prilaganja predlog s pomočjo metod gradientnega spusta,
- razumeli matematično ozadje verjetnostnih Bayesovskih modelov za ocenjevanje položaja objekta v sliki in bili sposobni implementirati osnovne algoritme, ki izhajajo iz te družine metod,

### **Intended learning outcomes:**

After completing this course a students will be able to:

- know major methods for motion estimation and localization of moving objects,
- understand the concept of optical flow estimation and be able to implement basic approaches,
- understand mathematical background of template alignment using gradient descent,
- understand mathematical background of probabilistic Bayesian models for target position estimation in images and be able to implement the basic algorithms from the family of these approaches,

<ul style="list-style-type: none"> <li>- razumeli postopke evalvacije sledilnih algoritmov in bili sposobni kritično analizirati delovanje sledilnika,</li> <li>- razumeli osnove sledilnikov, ki sledijo na dolgi rok in poznali glavne predstavnike s tega področja</li> <li>- sposobni izdelati aplikacije za sledenje objektov v slikah,</li> <li>- sposobni razumevanja modernih algoritmov na področju sledenja objektov.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the approaches for tracker evaluation and be able to critically analyze the algorithms,</li> <li>- understand the basics of long-term trackers and know the major representatives from this field,</li> <li>- implement applications for image-based object tracking,</li> <li>- understand modern algorithms in the field of object tracking.</li> </ul>

**Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja, laboratorijske vaje, domače naloge in projektna naloga v sklopu vaj. Poseben poudarek je na individualnem delu študentov.

**Learning and teaching methods:**

Lectures, laboratory exercises, homeworks and project work. Special emphasis will be given on individual work.

Delež (v %) /  
Weight (in %)

**Načini ocenjevanja:**

**Assessment:**

<p>Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt): Sprotno preverjanje (laboratorijske vaje, domače naloge, projektna naloga)</p> <p>Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)</p> <p>Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).</p>	<p>50% (30%,20%)</p>	<p>Type (examination, oral, coursework, project): Continuing (lab exercises, homework, project)</p> <p>Final (written and oral exam)</p> <p>Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).</p>
--	--------------------------	---

**Reference nosilca / Lecturer's references:**

Matej Kristan:  
– KRISTAN, Matej, LEONARDIS, Aleš, SKOČAJ, Danijel. Multivariate online kernel density estimation with Gaussian kernels. Pattern recognition, ISSN 0031-3203. [Print ed.], 2011, vol. 44, no. 10/11,

str. 2630-2642, ilustr. [COBISS.SI-ID 8289876]

- ČEHOVIN, Luka, KRISTAN, Matej, LEONARDIS, Aleš. Robust visual tracking using an adaptive coupled-layer visual model. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, ISSN 0162-8828. [Print ed.], Apr. 2012, vol. 35, no. 4, str. 941-953, ilustr. [COBISS.SI-ID 9431124]
- KRISTAN, Matej, SULIĆ KENK, Vildana, KOVAČIČ, Stanislav, PERŠ, Janez. Fast image-based obstacle detection from unmanned surface vehicles. IEEE transactions on cybernetics, ISSN 2168-2267. [Print ed.], Mar. 2016, vol. 46, no. 3, str. 641-654, ilustr. [COBISS.SI-ID 1536310979]
- ČEHOVIN ZAJC, Luka, LEONARDIS, Aleš, KRISTAN, Matej. Visual object tracking performance measures revisited. IEEE transactions on image processing, ISSN 1057-7149. [Print ed.], Mar. 2016, vol. 25, no. 3, str. 1261-1274. [COBISS.SI-ID 1536812739]
- KRISTAN, Matej, MATAS, Jiří, LEONARDIS, Aleš, VOJÍŘ, Tomáš, PFLUGFELDER, Roman, FERNÁNDEZ, Gustavo, NEBEHAY, Georg, PORIKLI, Fatih, ČEHOVIN ZAJC, Luka. A novel performance evaluation methodology for single-target trackers. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, ISSN 0162-8828. [Print ed.], Nov. 2016, vol. 38, no. 11, str. 2137-2155, ilustr. [COBISS.SI-ID 1536872643]