

UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS

Predmet:	Teorija omrežij
Course title:	Network Theory

Študijski program in stopnja Study programme and level	Študijska smer Study field	Letnik Academic year	Semester Semester
Informacijska družba, doktorski študijski program tretje stopnje	-	Prvi	Prvi
Information Society, third cycle Doctoral Study Programme	-	First	First

Vrsta predmeta / Course type

Izbirni/Optional

Univerzitetna koda predmeta / University course code:

1-ID-DR-IP-TO-2019-05-13

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Vaje Tutorial	Klinične vaje work	Druge oblike študija	Samost. delo Individ. work	ECTS
20	20	-	-	-	410	15

Nosilec predmeta / Lecturer:

Jeziki / Languages:

Predavanja / Lectures:

Slovenski / Slovenian, Angleški / English

Vaje / Tutorial:

Slovenski / Slovenian, Angleški / English

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:

Vpis v prvi letnik študija.

Prerequisites:

Enrolment in the first year of studies.

Vsebina:

- Uvod
 - Kaj so omrežja in zakaj jih preučujemo? Šest stopenj ločenosti (six degrees of separation), pomen centralnosti
 - Socialna, Informacijska, Tehnološka in Biološka omrežja, spletni socialni mediji
- Osnovni grafološki koncepti
 - vozlišče, povezava, usmerjene/neusmerjene, obtežene/neobtežene povezave, povezana/nepovezana omrežja, glavna komponenta
 - vhodna in izhoda stopnja, matrika sosednosti, seznam sosednosti

Content (Syllabus outline):

- Introduction
 - What are networks and why we study them?
 - Six degrees of separation, the importance of being central
 - Social, Information, Technological and Biological Networks, online social media
- Basic Graph Concepts
 - Node (vertex), link (edge), directed and non-directed, weighted and non, connected and non, giant connected component
 - Degree and mean degree, in- and out- degree
 - Adjacency matrix and adjacency list

<ul style="list-style-type: none"> - elementarni grafi: drvesa, cikli (prstani), klikli, zvezde, verige, popolni grafi - bipartitna omrežja, multiplex omrežja • Software za vizualizacijo omrežij <ul style="list-style-type: none"> - Računalniška kompleksnost omrežnih problemov • Osnove teorije omrežij <ul style="list-style-type: none"> - koncept statistične obravnave omrežij - gručenje, najkrajša pot, povprečna najkrajša pot, premer omrežja, breadth-first iskanje - distribucije stopenj in gručenja, različne meritve centralnosti, vmesnost, dostopnost - particija grafa • Modeli omrežij <ul style="list-style-type: none"> - Erdos-Renyi naključno omrežje, Small world fenomen, model Watts in Strogatz - polinomialni zakoni v naravi, model Barabasi in Alberta, preferencialno povezovanje - Zipfov zakon, razlika eksponentijalnih in polinomskih distribucij - modeli naraščanja omrežij, naraščajoča in statična omrežja - naključna omrežja s določenim stopnjami • Struktura skupnosti <ul style="list-style-type: none"> - omrežja s skupnostimi, odkrivanje skupnosti, modularnost in modularna omrežja, prekrivanje skupnosti - motivi, grafki, distribucije motivov in grafkov, algoritmi za izračun - analiza omrežij s pomočjo grafkov, poravnava omrežij, heuristični algoritmi za primerjavo omrežij • Procesi na omrežjih <ul style="list-style-type: none"> - širjenje bolezni, SIS in SIR modeli, difuzija, trači, perkolacija, formiranje mnenj, igre - naključni sprehod, iskanje in navigacija, iskanje po spletu, Google in PageRank algoritmi - odpornost omrežja na nepričakovane izpade in napade • (Ostale teme so možne odvisno od specifičnih usmeritev študentov) 	<ul style="list-style-type: none"> - Simple graphs: trees, cycles (rings), cliques, stars - Bipartite networks, multiplex networks • Network visualisation software <ul style="list-style-type: none"> - Computational complexity of networks-related problems • Fundamentals of Network Theory <ul style="list-style-type: none"> - Concept of statistical treatment of networks - Clustering, shortest path, average shortest paths, diameter, breadth-first search - Degree distribution, Node and link centrality, closeness and betweenness centrality - Graph partitioning • Network models <ul style="list-style-type: none"> - Erdos-Renyi random networks - Small world phenomena, Watts-Strogatz model - Power laws in nature, Barabasi-Albert model, preferential attachment and hubs - Zipf's law, the difference between the exponential and potential distributions - Models for network generation and growth, growing vs static networks - Random graphs with a given degree sequence • Community structure <ul style="list-style-type: none"> - Networks with communities, Community detection, modularity and modular networks, network motifs, graphlets - Network alignment, network comparison • Processes on networks <ul style="list-style-type: none"> - Contagions and SIS/SIR models, diffusion, rumors, percolation, opinion formation models, games - Random walks, Search and navigation methods, Searching the Web, Google and the PageRank algorithms, Decentralized search - Network resilience to random failures and intentional attacks • (Other potential topics depend on the doctoral work topics of the involved students)
---	--

Temeljni literatura in viri / Readings:

- Kolaczyk, E. D. (2009). *Statistical Analysis of Network Data: Methods and Models*. New York, NY: Springer.
- David Easley and Jon Kleinberg (2010). *Networks, Crowds, and Markets*. Cambridge University Press.
- Mark Newman (2010). *Networks: An introduction*. Oxford University Press.
- S.N.Dorogovtsev (2010). *Lecture notes on complex networks*. Calderon press, Oxford.
- Cohen R. and Havlin S., *Complex Networks: Structure, Robustness and Function*, Cambridge, 2010.
- Prosto dostopna literatura, Moodle / Literature freely available online, Moodle.

Cilji in kompetence:

Učna enota prispeva k razvoju naslednjih splošnih in predmetno-specifičnih kompetenc:

- sposobnost identificiranja danega raziskovalnega problema, njegove analize ter možnih rešitev
- ustvarjanje novega znanja, ki pomeni relevanten prispevek k razvoju znanosti
- sposobnost obvladanja standardnih metod, postopkov in procesov raziskovalnega dela na različnih znanstvenih področjih
- sposobnost za reševanje konkretnih raziskovalnih problemov na posameznih področjih družbenih in ostalih ved
- razvoj veščin in spretnosti v uporabi znanja na raziskovalnem področju doktorske disertacije
- sposobnost inovativne uporabe in kombiniranja raznih raziskovalnih metod

Objectives and competences:

Learning unit contributes to the development of the following general and subject-specific competences:

- the ability to identify, analyze and construct solution for a given research problem
- the creation of new knowledge and contribution to the development of science
- mastery of standard methods, approaches and processes of scientific research in various scientific fields
- skills and abilities for solving concrete research problems in various fields of social and other sciences
- development of skills and abilities in usage of knowledge in doctoral research
- ability of innovative combined usage of various research methodologies

Predvideni študijski rezultati:

Znanje in razumevanje:

Študent/študentka:

- se seznanjajo s teoretskimi osnovami in s praktičnimi vidiki sodobne teorije omrežij,
- se seznanjajo z algoritmi za modeliranje velikih socialnih in informacijskih omrežij, predvsem v kontekstu primene v realističnih primerih,
- se seznanjajo z metodami teoretičnega računalništva in analize ter načrtovanja algoritmov na primeru velikih omrežij,
- se seznanjajo s metodami statistične fizike v kontekstu teorije omrežij,

Intended learning outcomes:

Knowledge and understanding:

The student:

- becomes familiar and with modern network analysis,
- learns methods and algorithms for analysis and modeling of large social and information networks, and learns how to use the existing tools and software packages,
- is informed with theoretical bases and practical views of statistical methods in the field of large network analysis,
- is informed with methods of theoretical and statistical physics in the context of large networks,

- spozna računsko zahtevne metode za analizo malih omrežij, ter hitrejše metode za analizo večjih omrežij.

- is informed with algorithms and methods appropriate for analysis of small vs large networks.

Metode poučevanja in učenja:

- *Predavanja* z aktivno udeležbo študentov (razlaga, diskusija, vprašanja, primeri, reševanje problemov).
- *Naloge in projekti*, kjer študenti ponovijo in preizkusijo svoje razumevanje predavane snovi, predvsem skozi reševanje specifičnih problemov. Zaključni projekt bo v bistvu enak zaključnem izpitu.

Learning and teaching methods:

- *Lectures* with active participation of students; a brief explanation, discussion, debate on cases dealing with the problems.
- *Seminars and projects* where students test the acquired knowledge and skills by solving specific problems. Final projects amount to the final exam.

Delež (v %) /
Weight (in %)

Načini ocenjevanja:

Assessment:

<p>Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projektna naloga 	<p>100</p>	<p>Type (examination, oral, coursework, project):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Project assignment
---	------------	--