

UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS

Predmet:	Internetno povezovanje vgrajenih naprav
Course title:	Internet Connected Embedded Devices

Študijski program in stopnja Study programme and level	Študijska smer Study field	Letnik Academic year	Semester Semester
Senzorske tehnologije, 3. stopnja	/	1	1
Sensor Technologies, 3 rd cycle	/	1	1

Vrsta predmeta / Course type Izbirni / Elective

Univerzitetna koda predmeta / University course code: ST3-552

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Vaje Tutorial	Klinične vaje work	Druge oblike študija	Samost. delo Individ. work	ECTS
15	15			15	105	5

**Navedena porazdelitev ur velja, če je vpisanih vsaj 15 študentov. Drugače se obseg izvedbe kontaktnih ur sorazmerno zmanjša in prenese v samostojno delo. / This distribution of hours is valid if at least 15 students are enrolled. Otherwise the contact hours are linearly reduced and transferred to individual work.*

Nosilec predmeta / Lecturer: Prof. dr. Mihael Mohorčič

Jeziki /	Predavanja / Lectures:	Slovenski ali angleški / Slovene or English
Languages:	Vaje / Tutorial:	Slovenski ali angleški / Slovene or English

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

Zaključen študij druge stopnje ustrezne (naravoslovne ali tehniške) smeri ali zaključen študij drugih smeri z dokazanim poznavanjem osnov področja predmeta (pisna dokazila, pogovor).

Prerequisites:

Completed second cycle studies in natural sciences or engineering or completed second cycle studies in other fields with proven knowledge of fundamentals in the field of this course (certificates, interview).

Vsebina:

- Povezovanje vgrajenih naprav in senzorskih omrežij v internet s stališča arhitekture sistema ter komunikacijskih tehnologij in protokolov.
- Primerjava reprezentativnih platform za zasnovo omreženih vgrajenih naprav s stališča različnih kriterijev obratovanja (računska zmogljivost, povezljivost, poraba, namembnost, ...).
- Načrtovanje internetnega dostopa do omreženih vgrajenih naprav in senzorskih podatkov glede na zahteve aplikacije.
- Posredniške platforme za shranjevanje in dostop do podatkov ter upravljanje s senzorskimi omrežji.

Content (Syllabus outline):

- System architecture, communication technology and protocol aspects of Internet connectivity of embedded devices and sensor networks.
- Comparison of representative platforms for design of networked embedded devices from the operational aspects (processing capabilities, connectivity, energy consumption, usability, etc.).
- Application requirements' based design of Internet access to networked embedded devices and sensor data.
- Middleware platforms for storing and accessing sensor data and for sensor network management.
- Detailed individual study of a real case from student's research work: selection of the most

- Podrobna individualna obravnava realnega primera iz študentovega raziskovalnega dela: izbira najprimernejše zasnove dostopa do senzorskih podatkov na podlagi primerjalne analize prednosti in slabosti ustreznih komunikacijskih tehnologij in protokolov.

suitable design of sensor data access based on comparative analysis of alternative communication technologies and protocols.

Temeljna literatura in viri / Readings:

Knjige / Books:

- D. Boswarthick, O. Elloumi, O. Hersent (Edts.), *M2M Communications: A Systems Approach*, John Wiley & Sons Inc, 2012.
- O. Hersent, D. Boswarthick, O. Elloumi, *The Internet of Things: Key Applications and Protocols*, John Wiley & Sons Inc, 2012.

Revije / Periodicals:

- IEEE Internet of Things Journal, IEEE
- International Journal of Distributed Sensor Networks, Hindawi, ISSN: 1550-1329
- Computer Networks, Elsevier, ISSN: 1389-1286

Cilji in kompetence:

Cilji:

- Poznavanje prednosti in principov medsebojnega povezovanja vgrajenih naprav ter njihovega povezovanja v internet preko standardiziranih komunikacijskih tehnologij in protokolov.
- Razumevanje potrebnih korakov za načrtovanje sistema za prenos in shranjevanje senzorskih podatkov.
- Določitev arhitekture senzorskega sistema in omrežja glede na zahteve aplikacije.
- Primerjava in izbira ustreznih komunikacijskih tehnologij in protokolov za realizacijo dostopa do senzorskih podatkov in upravljanja s senzorskimi napravami glede na zahteve aplikacije in pogoje obratovanja.
- Realizacija internetnega dostopa do senzorskih podatkov in senzorskih naprav.

Kompetence:

- Sposobnost primerjalne analize za izbiro ustrezne komunikacijske tehnologije in protokola za zagotovitev dostopa do senzorskih naprav za dane zahteve aplikacije in pogoje delovanja.
- Sposobnost zasnove arhitekture sistema za dostop do senzorskih podatkov in upravljanje s senzorskimi napravami.

Objectives and competences:

Objectives:

- Knowing the benefits and principles of interconnecting embedded devices and their accessibility through the Internet using standardized communication technologies and protocols.
- Understanding the steps required for the design of a system for transfer and storing of data collected from sensors.
- Defining the system and network architecture with respect to application requirements.
- Comparing and choosing the most suitable suite of communication technologies and protocols for implementation of the access to sensor data and management of sensor devices for given application requirements and operating conditions.
- Implementing the Internet access to sensor data and sensor devices.

Competences:

- Ability for comparative analysis for selecting appropriate communication technology and protocol suite for the provision of Internet access to sensor devices for given specific application requirements and operating conditions.
- System architecture design for the Internet access to sensor data and management of sensor devices.

- Sposobnost realizacije delujočega sistema z internetnim dostopom do senzorskih naprav.
- Sposobnost upoštevanja omejenih zmogljivosti vgrajenih sistemov pri načrtovanju povezovanja v internet.
- Sposobnost uporabe in upravljanja internetno povezanih senzorskih naprav za eksperimentalno delo na izbranem področju doktorskega raziskovalnega dela.

- Constructing an operational system with the Internet access to sensor devices.
- Consideration of restricted capabilities of embedded devices in designing Internet connectivity.
- Capability of using and managing Internet connected sensor devices for experimental work in the chosen area of doctoral research.

Predvideni študijski rezultati:

Znanje in razumevanje:

- poznavanje različnih arhitekturnih, tehnoloških in protokolnih rešitev za zagotavljanje povezovanja vgrajenih naprav in senzorskih omrežij v internet,
- osnovno razumevanje prednosti in slabosti različnih načinov dostopa do senzorskih podatkov in upravljanja senzorskih omrežij glede na zahteve aplikacije in pogoje obratovanja senzorskih naprav,
- sposobnost uporabe orodij za delo z internetno povezanimi napravami tako za zajem senzorskih podatkov kot upravljanje senzorskih omrežij,
- vključevanje pridobljenih znanj v doktorsko raziskovalno delo.

Intended learning outcomes:

Knowledge and understanding:

- familiarity with different architectural, technology and protocol solutions for provision of Internet connectivity of embedded devices and sensor networks,
- basic understanding of advantages and disadvantages of different solutions to sensor data access and sensor networks management depending on the application requirements and operating conditions of sensor devices,
- ability of using tools for interacting with Internet connected devices for sensor data collection and sensor networks management,
- application of acquired knowledge in doctoral research work.

Metode poučevanja in učenja:

Interaktivno delo s študentom v okviru predavanj in seminarske naloge z vključevanjem metod komparativne analize, sinteze in prepoznavanja vzorcev znanja ter usmerjanega reševanja realnih problemov.

Learning and teaching methods:

Interactive work with a student in the frame of lectures and seminar work, including methods of comparative analysis, synthesis and recognition of knowledge patterns, and supervised solving of real problems.

Delež (v %) /

Načini ocenjevanja:

Weight (in %)

Assessment:

Seminarska naloga s predstavitvijo in zagovorom rešitve izbranega primera iz študentovega raziskovalnega dela.	60 %	Seminar work with presentation and defence of the solution for the selected problem from student's research work.
Ustni izpit.	40 %	Oral exam.

Reference nosilca / Lecturer's references:

- MOHORČIČ, Mihael, SMOLNIKAR, Miha, JAVORNIK, Tomaž. Wireless Sensor Network Based Infrastructure for Experimentally Driven Research. V: 10th International Symposium on Wireless Communication Systems, ISWCS 2013, 27-30 August, 2013, Ilmenau, Germany.
- FORTUNA, Carolina, MOHORČIČ, Mihael. A framework for dynamic composition of communication services. ACM transactions on sensor networks, ISSN 1550-4859, 2015, vol. 11, no. 2, pp. 31-1-31-10, doi: 10.1145/2678216.
- PESKO, Marko, SMOLNIKAR, Miha, VUČNIK, Matevž, JAVORNIK, Tomaž, PEJANOVIĆ-DJURIŠIĆ, Milica, MOHORČIČ, Mihael. Smartphone with augmented gateway functionality as opportunistic WSN gateway

device. *Wireless personal communications*, ISSN 0929-6212, 2014, vol. 78, no. 3, pp. 1811-1826, doi: [10.1007/s11277-014-1908-7](https://doi.org/10.1007/s11277-014-1908-7).

- Nosilec raziskovalnih projektov 7.OP CREW, ABSOLUTE in SUNSEED, H2020 eWINE, ARRS projekta "Napredni postopki za interaktivno sestavljanje senzorskih omrežij" (J2-4197) ter sonosilec projekta 7.OP CITI-SENSE in H2020 SAAM.
- Nosilec razvojnih projektov: Kompetenčni center KC OPCOMM, SMER+ "Zasnova in izvedba tehnološko naprednega avtodoma z razvojem in uporabo najnaprednejših rešitev na področju učinkovite rabe ter obnovljivih virov energije, novih materialov, lahke konstrukcije, ekorešitev, novih pogonov ter celovitega inteligentnega upravljanja" in SMER+ "Krmilni moduli in informacijska infrastruktura za integriranje OVE v pametne zgradbe".