

Denominazione	Entrepreneurship and Startup
---------------	------------------------------

SSD	I27X (ING-IND/35)
-----	-------------------

Docente	Muffatto Moreno
(se già definito)	Ferrati Francesco

Ore	21
-----	----

CFU	3
-----	---

Periodo di svolgimento	14-21-28 Gennaio, 4-11-18-25 Febbraio 2026
------------------------	--

Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
------------------------	--

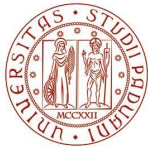
Lingua di erogazione	Inglese
----------------------	---------

Obbligo presenza	<input checked="" type="checkbox"/> Sì (70% minima di presenza) <input type="checkbox"/> No
------------------	--

Contenuti del corso	<ul style="list-style-type: none">● caratteristiche di una startup basata sulla tecnologia e l'innovazione.● caratteristiche di un team fondatore efficace.● definire e valutare un concetto di prodotto e/o servizio.● protezione della proprietà intellettuale e processi correlati.● valutare gli aspetti di mercato di un'idea imprenditoriale.● progettare e valutare diversi modelli di business.● comprendere e sviluppare gli aspetti finanziari di una startup.● valutare le dinamiche del flusso di cassa.● valutare diverse opzioni per il finanziamento di una startup.
---------------------	---



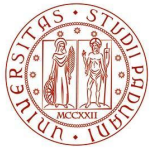
	<ul style="list-style-type: none">• comprendere a cosa sono interessati gli investitori professionali e come lo valutano.
Obiettivi di apprendimento	<ul style="list-style-type: none">• Comprendere il processo per sviluppare un progetto di innovazione e imprenditorialità• identificare e articolare i problemi del mondo reale che la ricerca può affrontare.• selezionare un campo e trovare problemi rilevanti da risolvere.• tradurre l'esperienza scientifica in soluzioni pratiche.• comprendere come creare un team efficace.• impegnarsi nel team building.• lavorare efficacemente in un team con individui di altre discipline, sfruttando competenze diverse.• comprendere i fondamenti dell'imprenditorialità, inclusi modelli di business, proposte di valore e analisi di mercato.• comprendere i diritti di proprietà intellettuale, i brevetti e le strategie per portare sul mercato innovazioni basate sulla ricerca.• utilizzare l'intelligenza artificiale generativa (ChatGPT) in modo più efficiente ed efficace.• sfruttare la sinergia delle tue intuizioni creative e dell'intelligenza artificiale generativa (ChatGPT) per modellare e perfezionare ogni risultato del progetto.• comprendere le basi delle finanze di una startup.
Metodologie didattiche	<ul style="list-style-type: none">• Formazione di team interdisciplinari e lavoro di gruppo• Sviluppo di un progetto di innovazione e imprenditorialità progettato per fornire esperienza pratica con metodologie pratiche.• Integrazione di strumenti di intelligenza artificiale generativa (ChatGPT) per migliorare e semplificare ogni fase del processo di sviluppo.
Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
Prerequisiti (non obbligatorio)	Nessuno



Modalità d'esame (se previsto)	Sviluppo di un progetto di Innovazione e Imprenditorialità
--------------------------------	--

Materiale studio	<p>Karen Berman and Joe Knight (2008), <i>Financial Intelligence for Entrepreneurs</i>, Harvard Business Publishing.</p> <p>Thomas R. Ittelson (2009), <i>Financial Statements: A Step-by-Step Guide to Understanding and Creating Financial Reports</i>, Career Press.</p> <p>Ferrati, F. & Muffatto, M. (2021). "Reviewing Equity Investors' Funding Criteria: A Comprehensive Classification and Research Agenda". <i>Venture Capital</i>, Vol. 23: No. 2, pp. 1-22.</p> <p>Noam Wasserman (2013) <i>The Founder's Dilemmas: Anticipating and Avoiding the Pitfalls That Can Sink a Startup</i>, Princeton University Press.</p>
------------------	---

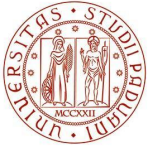
Informazioni aggiuntive	<p>Il Corso è incluso nel catalogo degli insegnamenti trasversali di Ateneo.</p> <p>https://www.unipd.it/en/phd-interdisciplinary-teachings</p> <p>Nota: il Corso prevede un massimo di 80 studenti.</p> <p>Chi soddisferà i requisiti in termini di partecipazione alle lezioni e completamento dei progetti otterranno l'open badge del corso</p> <p>https://bestr.it/badge/show/2670</p>
-------------------------	--



Denominazione	Programmazione in Python per l'elaborazione dei dati e l'ingegneria
SSD	IINF/05
Docente (se già definito)	Stefano Tortora
Ore	20
CFU	4
Periodo di svolgimento	03/2026 – 04/2026
Modalità di erogazione	<input type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input checked="" type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Inglese
Obbligo presenza	<input type="checkbox"/> Sì <input checked="" type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	<p>Python è un linguaggio di alto livello facile da imparare e potente, che sta diventando sempre più popolare per applicazioni scientifiche come l'apprendimento automatico, la statistica, la manipolazione e la trasformazione dei dati, ma anche la computer vision e la robotica.</p> <p>Argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none">• Introduzione al linguaggio di programmazione Python<ul style="list-style-type: none">o Cosa c'è di diverso in Python?o La sintassi del linguaggio Python e le strutture dati• Moduli e pacchetti<ul style="list-style-type: none">o NumPy e SciPy: Python numerico e scientificoo Pandas: Dati orientati alle colonne etichettateo Matplotlib: Visualizzazione scientifica in stile MATLAB• Scikit-learn: Fondamenti di apprendimento automatico in Python



Obiettivi di apprendimento	<p>Conoscenze acquisite: il primo obiettivo del corso è quello di familiarizzare con la sintassi, gli ambienti e le librerie di base di Python. In secondo luogo, lo studente sarà guidato nell'esecuzione di analisi inferenziali di base dei dati e introdotto all'applicazione di comuni algoritmi di apprendimento automatico.</p> <p>Competenze acquisite: gli studenti impareranno praticamente come strutturare un progetto complesso in Python attraverso l'esecuzione guidata di 5 compiti. Inoltre, impareranno a gestire e organizzare un progetto di gruppo attraverso la suddivisione in piccoli gruppi (massimo 3 persone) per la consegna dei compiti.</p>
Metodologie didattiche	<p>-Lezioni frontali</p> <p>-Esercitazioni in laboratorio</p> <p>-Progetti di gruppo</p>
Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sì</p> <p><input type="checkbox"/> No</p>
Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sì</p> <p><input type="checkbox"/> No</p>
Prerequisiti (non obbligatorio)	<p>Esperienza pregressa nella programmazione con linguaggi di programmazione orientati agli oggetti: C++, Java, MATLAB, etc.</p>
Modalità d'esame (se previsto)	<p>Compiti a casa e presentazione finale</p>
Materiale studio	<p>[1] J. VanderPlas, "A Whirlwind Tour of Python", O'Reilly Media Inc. 2016. [Online: https://www.oreilly.com/programming/free/files/a-whirlwind-tour-of-python.pdf]</p> <p>[2] J. VanderPlas, "Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data" O'Reilly Media Inc. 2017.</p>



[3] B. Miles, "Begin to Code with Python", Pearson Education, Inc. 2018.
[Online: <https://aka.ms/BeginCodePython/downloads>]

[4] Z. Shaw, "Learn Python the Hard Way", Addison-Wesley. 2014.

[5] A. Géron, "Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems", O'Reilly Media Inc. 2019.

Informazioni aggiuntive



Denominazione	Data Visualization
SSD	IINF/05
Docente (se già definito)	Matteo Ceccarello
Ore	20
CFU	4
Periodo di svolgimento	Gennaio/Febbraio 2026
Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Inglese
Obbligo presenza	<input checked="" type="checkbox"/> Sì (60% minima di presenza) <input type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	<ul style="list-style-type: none">• La Grammar of Graphics• Percezione e teoria dei colori• La libreria ggplot• Casi di studio: come visualizzare i dati da differenti prospettive• Evitare gli errori comuni nelle visualizzazioni scientifiche
Obiettivi di apprendimento	Al termine del corso dottorandi e dottorande saranno in grado di scegliere i tipi di grafico più appropriati per visualizzare i risultati della propria ricerca. Inoltre, saranno in grado di utilizzare segni grafici e colori per massimizzare l'efficacia comunicativa delle proprie visualizzazioni.



Metodologie didattiche	Lezioni frontali, esercizi guidati, esercizi individuali, casi di studio, peer feedback.
------------------------	--

Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
---	---

Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
---	---

Prerequisiti (non obbligatorio)	Competenze di programmazione di base
------------------------------------	--------------------------------------

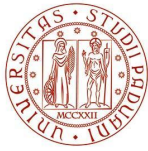
Modalità d'esame (se previsto)	Progetto individuale
--------------------------------	----------------------

Materiale studio	<ol style="list-style-type: none">1. Healy K. Data Visualization, a practical introduction. Princeton University Press. https://socviz.co2. Wickham H., Golemund G. R for Data Science. O'Reilly. https://r4ds.had.co.nz/3. Ware C., Visual thinking for design. Elsevier.4. Wickham, H. (2010). A layered grammar of graphics. Journal of Computational and Graphical Statistics, 19(1), 3-28.
------------------	--

Informazioni aggiuntive	
-------------------------	--



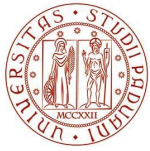
Denominazione	Geopolitics of ICT in an unpredictably changing world
SSD	IINF-01/A, GSPS-04/B
Docente (se già definito)	Alessandro Paccagnella (DEI), David Burigana (SPGI)
Ore	20
CFU	4
Periodo di svolgimento	02/2026 – 04/2026
Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	English
Obbligo presenza	<input checked="" type="checkbox"/> Sì (80% minima di presenza) <input type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	<p>Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione sono una delle colonne portanti fondamentali del mondo, basate su un formidabile sviluppo scientifico e tecnologico a partire dalla fine della seconda guerra mondiale. In questo corso seguiamo l'evoluzione tecnologica delle ICT, in particolare la sua tecnologia abilitante - la microelettronica - parallelamente all'evoluzione del contesto internazionale dal periodo della guerra fredda al periodo della globalizzazione, e poi nell'attuale mondo de/post-globalizzato. Dal punto di vista delle relazioni internazionali, presentiamo l'attuale quadro geopolitico che è caratterizzato da un forte ritorno della politica di potenza tra i paesi, dove l'approccio multilaterale (ad esempio, le Nazioni Unite) sembra invischiato in una crisi difficile da superare. Le superpotenze (USA e Cina)</p>



così come le potenze (Russia, India, Brasile, Sudafrica, Emirati Arabi Uniti) stanno guadagnando terreno; alcune esperienze regionali (UE, ASEAN) resistono ancora, mentre altri paesi (occidentali) preservano con difficoltà la loro influenza e presenza nel mondo (Francia, Regno Unito). Altri paesi invece stanno giocando un ruolo strategico per le loro capacità tecnico-scientifiche, in particolare nel settore ICT: Corea del Sud, Taiwan, Singapore, Giappone, Israele, in misura minore la Germania. Altri, come il Vietnam, mirano ad unirsi a questo gruppo, nonostante il suo travagliato passato coloniale. L'Italia potrebbe trovare il suo ruolo di ponte di dialogo tra le potenze. In questo complesso quadro si sta verificando una nuova corsa all'oro per la leadership, o almeno una partecipazione significativa, nelle tecnologie avanzate per l'ICT, che stanno guadagnando continuamente slancio. In questo corso prendiamo come riferimento il caso dei semiconduttori, che sono al centro di una competizione globale in cui la polarizzazione nelle alleanze sta aumentando le barriere e la diffidenza reciproca. L'evoluzione della legge di Moore verso le opzioni "più Moore" e "più di Moore" sta stimolando massicci investimenti a livello privato e governativo, con l'atto UE Chips del 2022 e l'atto CHIPS for America che sono solo le azioni più note che si stanno verificando in questi giorni. La recente crisi dei chip durante la pandemia ha aumentato il livello di ostilità, favorendo crescenti livelli di embargo verso la Cina delle tecnologie più avanzate (come gli strumenti di progettazione IC o le macchine fotolitografiche EUV) dal blocco occidentale, che oggi appare sempre più come un'alleanza militare. De-risking, re-shoring, friendly-shoring sono parole chiave diffuse che portano a riacquistare almeno parte della sovranità tecnologica persa dai paesi occidentali nei primi due decenni del XXI secolo.

Obiettivi di
apprendimento

Unendo le prospettive geopolitiche e sci-tech, lo studente sarà in grado di identificare attori e dinamiche che hanno reso le ICT un asset cruciale della politica estera. Partendo dall'analisi delle situazioni geopolitiche e tecnologiche, lo studente valuterà le relazioni tra esperti/consulenti e decisori politici nella proiezione internazionale delle strategie nazionali.



Metodologie didattiche	Il corso si baserà su lezioni e discussioni. Il corso coinvolgerà anche alcuni testimoni e attori selezionati che interagiranno con la classe, che sarà anche coinvolta in una simulazione di una negoziazione in un'arena multinazionale.
------------------------	--

Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
---	---

Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<input type="checkbox"/> Sì l'insegnamento è aperto a tutti i dottorandi UNIPD <input type="checkbox"/> No
---	---

Prerequisiti (non obbligatorio)	Il corso può essere seguito da qualsiasi studente interessato. La conoscenza di base delle tecnologie ICT, acquisita nei corsi di laurea precedenti, faciliterebbe la comunicazione, così come alcune nozioni fondamentali sulla storia mondiale dei secoli XX e XXI, che saranno comunque riassunte durante le lezioni.
---------------------------------	--

Modalità d'esame (se previsto)	Simulazione di una negoziazione in un'arena multinazionale, presentazione finale.
--------------------------------	---

Materiale studio	Fornito durante le lezioni
------------------	----------------------------

Informazioni aggiuntive	
-------------------------	--



Denominazione	S: Statistica per gli ingegneri
SSD	STAT-01/A
Docente	<ul style="list-style-type: none">• Salmaso Luigi• Disegna Marta• Arboretti Rosa
Ore	42
CFU	7
Periodo di svolgimento	<ul style="list-style-type: none">• Febbraio 2026• Fine giugno 2026
Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Inglese
Obbligo presenza	<input checked="" type="checkbox"/> Sì (90% minima di presenza) <input type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	Nel corso verranno sviluppate le seguenti tematiche: 1) elementi di statistica descrittiva; 2) elementi di statistica inferenziale; 3) introduzione al modello di regressione lineare e non lineare; 4) introduzione ai principali algoritmi di Machine Learning supervisionati e non supervisionati; 5) disegno degli esperimenti
Obiettivi di apprendimento	<p>Il corso sviluppa nei partecipanti le competenze statistiche necessarie per trattare e analizzare dati di diversa natura, inclusi i dati provenienti dal progetto di dottorato che stanno sviluppando.</p> <p>Gli studenti acquisiranno sia le conoscenze teoriche che pratiche per sviluppare un'analisi statistica in autonomia. Durante il corso gli studenti acquisiranno le competenze di base per utilizzare correttamente alcuni software statistici user-friendly. Il corso consente inoltre di acquisire le competenze per presentare e interpretare in modo efficace e corretto un'analisi statistica.</p>



Metodologie didattiche	Lezioni frontali, lavori di gruppo, laboratori, studi di caso.
------------------------	--

Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
---	---

Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
---	---

Prerequisiti	-
--------------	---

Modalità d'esame	La valutazione finale si baserà sulla discussione di due progetti sviluppati individualmente o in team di non più di tre persone. Gli studenti dovranno descrivere e analizzare uno o due casi studio utilizzando le tecniche statistiche presentate durante il corso.
------------------	--

Materiale studio	I materiali (slides, datasets, etc.) del corso saranno forniti dal docente.
------------------	---

Informazioni aggiuntive	<p>Il corso è strutturato in 2 lezioni online (febbraio) e una scuola estiva di 4 giorni (giugno). La scuola estiva si svolgerà a Villa San Giuseppe, Monguelfo, provincia di Bolzano.</p> <p>Durante il corso verrà presentata un'introduzione all'uso dei seguenti software statistici:</p> <ul style="list-style-type: none">• R e Bluesky, entrambi software open source.• Minitab, autorizzato all'Università di Padova.
-------------------------	--



Denominazione	Heuristics for Mathematical Optimization
SSD	MAT/09 – Ricerca Operativa
Docente (se già definito)	Salvagnin Domenico
Ore	20
CFU	4
Periodo di svolgimento	03/2026-04/2026
Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Italiano/Inglese (a seconda dei partecipanti)
Obbligo presenza	<input type="checkbox"/> Sì <input checked="" type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	<ul style="list-style-type: none">• Introduzione alla programmazione matematica• Metodi esatti e euristici• Principi generali per la progettazione di euristici (diversificazione, intensificazione, randomizzazione).• Approcci basati su local-search.• Approcci genetici/basati su popolazione.• Paradigma subMIP



-
- Applicazione ad alcuni problem classici di ottimizzazione combinatoria: TSP, QAP, facility location, scheduling.
-

Obiettivi di apprendimento Familiarità con I paradigmi più comuni per la progettazione di algoritmi euristici per problemi di ottimizzazione matematica/combinatoria, quali greedy, ricerca locale, algoritmi genetici, randomizzazione e euristici basati su modelli matematici.

Metodologie didattiche Lezioni frontali, lavori di gruppo

Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari Sì
 No

Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi Sì
 No

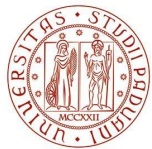
Prerequisiti (non obbligatorio)

- Buone capacità di programmazione (in un linguaggio a scelta).
- Conoscenze di base di programmazione lineare/lineare intera.

Modalità d'esame (se previsto) Progetto finale

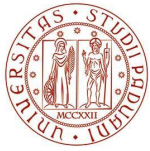
Materiale studio [1] Gendreau, Potvin "Handbook of Metaheuristics", 2010
[2] Marti, Pardalos, Resende "Handbook of Heuristics", 2018

Informazioni aggiuntive



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE



Denominazione	Comunicazione Quantistica: metodi e implementazioni
SSD	PHYS-03/A
Docente (se già definito)	Dr. Marco Avesani
Ore	20
CFU	4
Periodo di svolgimento	Primavera 2026
Modalità di erogazione	<input type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input checked="" type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Inglese
Obbligo presenza	<input type="checkbox"/> Sì <input checked="" type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	<ul style="list-style-type: none">• Elementi di comunicazione quantistica e Distribuzione Quantistica di Chiavi (QKD)• Entropie in Informazione Quantistica• QKD a variabili discrete• Definizioni e prove di sicurezza• Analisi a chiave finite per il protocollo BB84 e implementazioni pratiche (tecnica decoy)• Metodi numerici per la stima del tasso di generazione di chiave sicura



-
- Realizzazioni sperimentali: codifica in polarizzazione e time-bin
 - Implementazioni di QKD in spazio libero
 - Attacchi in QKD
-

Obiettivi di apprendimento	Il corso vuole introdurre i metodi teorici e le tecniche sperimentali usate nel contesto della comunicazione quantistica. L'argomento principale del corso sarà la Distribuzione Quantistica di Chiavi (Quantum Key Distribution - QKD), che offre la possibilità di presentare in modo moderno sia gli aspetti teorici (protocolli, prove di sicurezza) che sperimentali (sorgenti, tecnologie di rivelazione, schemi implementativi e realizzazioni) che caratterizzano le tecnologie quantistiche di comunicazione. Alla fine del corso lo studente conoscerà le basi delle tecnologie quantistiche, sia dal punto di vista teorico che sperimentale, e sarà in grado di comprendere articoli scientifici nell'ambito delle comunicazioni quantistiche e della QKD.
----------------------------	--

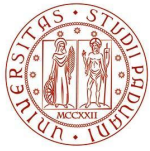
Metodologie didattiche	Lezioni frontali
------------------------	------------------

Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
---	---

Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
---	---

Prerequisiti (non obbligatorio)	Buona conoscenza dell'algebra lineare è necessaria. Conoscenze di base di Meccanica Quantistica e di Ottica Quantistica possono essere utili.
---------------------------------	---

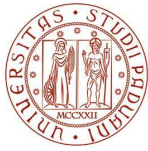
Modalità d'esame (se previsto)	Esame orale sui contenuti del corso, con la possibilità di presentare un approfondimento concordato con i docenti
--------------------------------	---



Materiale studio	<ul style="list-style-type: none">• R. Wolf, "Quantum Key Distribution: An Introduction with Exercises (Lecture Notes in Physics)", 1st Ed., Springer (2021)• S. Pirandola et al., «Advances in quantum cryptography», Adv. Opt. Photonics, vol. 12, n. 4, pagg. 1012–1236, dic. 2020, doi: 10.1364/AOP.361502• N. Gisin, G. Ribordy, W. Tittel, H. Zbinden, e N. Gisin, «Quantum cryptography», Rev Mod Phys, vol. 74, n. 1, pagg. 145–195, mar. 2002, doi: 10.1103/RevModPhys.74.145• V. Scarani et al., «The security of practical quantum key distribution», Rev. Mod. Phys., vol. 81, n. 3, pagg. 1301–1350, 2009, doi: 10.1103/RevModPhys.81.1301
Informazioni aggiuntive	Materiale addizionale (note, slide, etc.) verrà messo a disposizione dai docenti.



Denominazione	Elementi di Biologia Sintetica
SSD	IBIO-01
Docente (se già definito)	Massimo Bellato
Ore	20
CFU	4
Periodo di svolgimento	Giugno
Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Inglese
Obbligo presenza	<input checked="" type="checkbox"/> Sì (75% minima di presenza) <input type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	<ul style="list-style-type: none">• Introduzione alla biologia sintetica: definizioni, obiettivi, ciclo DBTL (Design, Build, Test, Learn), limiti e casi di studio.• Fondamenti di biologia molecolare e genetica: revisione essenziale della biologia cellulare e microbiologia, componenti e moduli genetici, chassis viventi, strumenti molecolari.• Clonazione di circuiti genetici nel DNA in cellule batteriche (attività di laboratorio wet-lab)• Misurare la biologia sintetica: strumentazione, analisi dei dati e modellizzazione.



-
- Circuiti genetici e motivi notevoli: cicli di feedback genetici, interruttori a levetta (toggle switches), oscillatori e adattamento perfetto tramite controllo integrale antitetico.
 - Materiale aggiuntivo in base agli interessi della classe
-

Obiettivi di
apprendimento

Il corso è pensato per fornire alcune conoscenze approfondite sulla biologia sintetica, offrendo allo studente le competenze e gli strumenti di base per la progettazione di sistemi biologici ingegnerizzati. Più nello specifico, è possibile modificare il patrimonio genetico di una cellula inserendo circuiti genetici progettati razionalmente (come avviene per i dispositivi elettrici, ma con moduli composti da DNA invece che da resistori e condensatori) per generare nuove funzioni biologiche con risultati prevedibili.

Pertanto, il corso sarà focalizzato sulla stimolazione di una mentalità interdisciplinare, per applicare principi e metodologie dell'ingegneria al mondo biologico; analogamente, verrà spiegato come considerare le "parti biologiche" come "strumenti ingegnerizzabili".

Le basi di biologia necessarie per comprendere come ingegnerizzare una cellula vivente verranno fornite all'inizio del corso, inclusa una modellizzazione matematica di base della cinetica molecolare e del Dogma Centrale della biologia.

La seconda parte si concentrerà sulle tecniche di misurazione e caratterizzazione per una progettazione sperimentale razionale, includendo approcci di analisi dei dati e strumenti utilizzati in questo ambito.

Infine, verranno affrontati argomenti avanzati sui sistemi biologici ingegnerizzati e sulle tecniche di controllo della coltura, tra cui bi-stabilità, regolazioni feed-forward e feed-back, e adattamento perfetto nell'espressione genica e nei sistemi di bioreattori.

Saranno inoltre trattati ulteriori aspetti specifici (ad esempio, optogenetica e FBA) in base agli interessi specifici degli studenti.



Metodologie didattiche	Lezioni, laboratorio wet-lab con attività pratiche, presentazioni degli studenti
------------------------	--

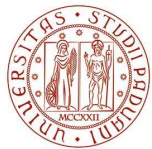
Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
---	---

Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
---	---

Prerequisiti (non obbligatorio)	<p>Modellizzazione tramite ODE; basi di programmazione in Matlab. Conoscenze pregresse in biologia molecolare, bioinformatica e teoria del controllo possono essere utili ma non sono necessarie.</p> <p>Gli studenti sono tenuti a completare il corso di sicurezza "ATTIVITÀ AD ALTO RISCHIO (12 ore) – Attività di laboratorio" disponibile al link: https://elearning.unipd.it/formazione/course/index.php?categoryid=40 per poter accedere allo spazio di laboratorio.</p>
---------------------------------	--

Modalità d'esame (se previsto)	<p>Progetto finale di gruppo consistente nella progettazione di un circuito genetico in un ospite appropriato, su un argomento rilevante. In alternativa, attività individuali di journal club.</p> <p>I progetti saranno presentati all'intera classe, includendo un'attività di valutazione tra pari (peer-to-peer).</p>
--------------------------------	--

Materiale studio	<p>Slide dell'insegnante e riferimenti collegati.</p> <p>Libri aggiuntivi utili:</p> <p>Uri Alon, An Introduction to Systems Biology – Design Principles of Biological Circuits; Alberts et al., The Molecular Biology of the Cell (6ª edizione); Vijai Singh, New Frontiers and Applications of Synthetic Biology</p>
------------------	--



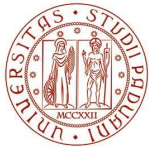
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

Informazioni
aggiuntive



Denominazione	Deep learning per immagini biomediche
SSD	IBIO-01/A
Docente (se già definito)	Castellaro Marco
Ore	18
CFU	4
Periodo di svolgimento	04/2026 – 06/2026
Modalità di erogazione	<input type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input checked="" type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Italiano
Obbligo presenza	<input checked="" type="checkbox"/> Sì (70% minima di presenza) <input type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	<p>La rapida evoluzione del deep learning nel campo della computer vision ha fornito soluzioni all'avanguardia per compiti classici come il rilevamento di oggetti, la classificazione, la segmentazione e il riconoscimento di attività. L'imaging biomedicale è il modello ideale per l'applicazione di complesse reti neurali profonde (Deep Neural Network) o convoluzionali (Convolutinal Neural Network) e delle più recenti architetture denominate transformers. In questo corso il docente fornirà agli studenti le conoscenze e le abilità pratiche per comprendere le reti più recenti e utilizzarle nel campo dell'imaging biomedico.</p> <p>Argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none">- Introduzione alle immagini biomediche (standard DICOM/Nifti)- Introduzione a Pytorch e Monai (Medical Open Network for Artificial Intelligence)



-
- Pre-elaborazione, trasformazione e data "augmentation"
 - Casi di studio: Architetture DNN e CNN per la classificazione, la segmentazione e la ricostruzione di immagini
 - Procedure, algoritmi e strategie di addestramento
 - Apprendimento per trasferimento e "fine-tuning"
 - Transformers, principio di attenzione e sua applicazione a compiti di analisi di immagini biomediche.
 - Modelli fondazionali di intelligenza artificiale applicate alle bioimmagini
-

Obiettivi di apprendimento	L'obiettivo del corso di deep learning per le immagini biomediche è quello di fornire agli studenti le conoscenze e le competenze pratiche necessarie per comprendere e utilizzare le più recenti reti neurali profonde. Attraverso argomenti quali la pre-elaborazione dei dati, le architetture delle reti neurali profonde e convoluzionali, l'addestramento, l'apprendimento per trasferimento e le procedure di messa a punto, il corso mira a mettere gli studenti in grado di affrontare sfide complesse nell'analisi delle immagini mediche utilizzando metodologie di deep learning all'avanguardia.
----------------------------	---

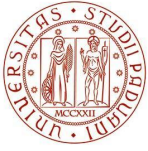
Metodologie didattiche	Il corso si svolge per due terzi in modalità di lezione frontale e per un terzo con laboratori didattici su casi pratici.
------------------------	---

Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
---	---

Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
---	---

Prerequisiti (non obbligatorio)	Abilità di programmazione base con linguaggio Python e conoscenze teoriche di base sull'apprendimento automatico.
---------------------------------	---

Modalità d'esame (se previsto)	L'esame si baserà su un lavoro di gruppo con l'obiettivo di implementare un compito basato sul deep learning da applicare a un set di dati reali di immagini biomediche.
--------------------------------	--



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

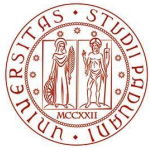
Materiale studio

Slide/codici forniti dal docente

Informazioni
aggiuntive



Denominazione	Healthcare data management and analytics
SSD	IBIO-01/A
Docente (se già definito)	Enrico Longato
Ore	20
CFU	4
Periodo di svolgimento	Marzo-giugno 2026
Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Inglese
Obbligo presenza	<input type="checkbox"/> Sì (% minima di presenza) <input checked="" type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	L'analisi e la gestione dei dati sanitari presentano una serie di sfide pratiche spesso sottovalutate quando si cerca di passare dai dati grezzi alla comunicazione di risultati scientifici di rilevanza clinica. In questo corso, esamineremo alcune delle principali difficoltà nella gestione e nell'analisi dei dati sanitari (ad es. eterogeneità dei dati, mancanza di risorse centralizzate per la programmazione) e presenteremo soluzioni collaudate e di prima linea, specificamente adattate al contesto biomedico. Il corso seguirà un approccio di apprendimento pratico, con lezioni accompagnate da sessioni di programmazione pratica in Python.



-
- Ripasso delle nozioni minime relative alla programmazione python (numpy, pandas, programmazione orientate agli oggetti, leggere da e scrivere su file e database)
 - Interfacciarsi con R per accedere a librerie per la biostatistica avanzata e la gestione di dati sanitari.
 - Workflow tipici del preprocessing dei dati sanitari, inclusa l'imputazione dei dati mancanti.
 - Caratteristiche e disposizione dei pazienti: creare una "Table 1".
 - Implementare framework sperimentali di base per la classificazione e la regressione su dati sanitari.
 - Richiami di teoria della probabilità e sui test statistici.
 - Comprendere e comunicare le specifiche e le prestazioni di un modello.

Oiettivi di
apprendimento

- Sviluppare pipeline complete per la gestione ed analisi di dati clinici o sanitari.
- Basi della programmazione python, ivi inclusa l'interfaccia con il linguaggio di programmazione R, per la risoluzione di problemi di analisi di dati clinici o sanitari
- Conoscenza e capacità di applicare fondamenti di teoria della probabilità, statistica inferenziale e apprendimento automatico

Metodologie didattiche

- Lezioni frontali
- Esercitazioni hands-on
- Live coding
- Case studies

Corso su competenze
trasversali,

- Sì
 No
-



interdisciplinari,
transdisciplinari

Possibile partecipazione di
dottorandi di altri corsi

Sì
 No

Prerequisiti
(non obbligatorio)

- Conoscenza di base di un qualunque linguaggio di programmazione
- Conoscenza di base di teoria della probabilità o statistica

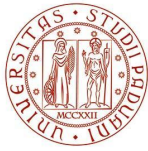
Modalità d'esame (se
previsto)

Progetto finale consistente nell'analisi end-to-end di un dataset sanitario o clinico, dall'ingestione del dato grezzo alla presentazione dei risultati

Materiale studio

T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman, The Elements of Statistical Learning : Data Mining, Inference, and Prediction. in Springer Series in Statistics. New York, NY: Springer-Verlag New York, 2009. Available online at:
<https://hastie.su.domains/ElemStatLearn/download.html>

Informazioni
aggiuntive



Denominazione	Bayesian Machine Learning
---------------	---------------------------

Docente (se già definito)	Giorgio Maria Di Nunzio
------------------------------	-------------------------

Ore	20
-----	----

CFU	4
-----	---

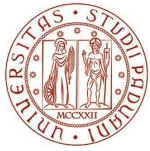
Periodo di svolgimento	Febbraio – Marzo 2026
---------------------------	-----------------------

Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
---------------------------	--

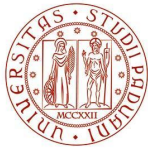
Lingua di erogazione	Inglese
-------------------------	---------

Obbligo presenza	<input type="checkbox"/> Sì (% minima di presenza) <input checked="" type="checkbox"/> No
------------------	--

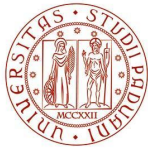
Contenuti del corso	<p>Il corso di Bayesian Machine Learning si propone di introdurre gli studenti al ragionamento bayesiano e alla sua applicazione ai comuni problemi di machine learning, come la classificazione e la regressione. Copre concetti chiave, tra cui il quadro matematico dell'apprendimento supervisionato e non supervisionato, la teoria decisionale bayesiana con un focus sulle tecniche di classificazione come il tasso di errore minimo e le superfici decisionali, e metodi di stima come la stima di massima verosimiglianza, l'Expectation Maximization, il Maximum A Posteriori e gli approcci bayesiani. Inoltre, il corso esplora i modelli grafici, comprese le reti bayesiane e le visualizzazioni bidimensionali, e si conclude con i metodi per valutare l'accuratezza dei modelli. Verrà sviluppato uno strumento grafico per analizzare le ipotesi alla base dei metodi bayesiani in questi contesti.</p>
---------------------	--



Obiettivi di apprendimento	<p>Gli obiettivi di apprendimento del corso di Bayesian Machine Learning sono: comprendere i fondamenti del ragionamento bayesiano e come si applicano ai problemi classici del machine learning, come la classificazione e la regressione; analizzare le ipotesi degli approcci bayesiani nel machine learning sviluppando e utilizzando uno strumento di analisi grafica; acquisire familiarità con i modelli grafici, inclusa la costruzione e l'interpretazione delle reti bayesiane e delle visualizzazioni bidimensionali; valutare in modo critico i pro e i contro dei metodi bayesiani rispetto ad altri approcci nel machine learning; valutare le prestazioni dei modelli di machine learning utilizzando diverse misure di accuratezza.</p>
Metodologie didattiche	<p>Il corso di Bayesian Machine Learning utilizzerà una combinazione di metodi di flipped-classroom, slide e notebook Jupyter in Python per supportare sia la comprensione teorica che le competenze pratiche. Le slide introdurranno i concetti chiave, mentre il tempo in aula sarà dedicato alla risoluzione collaborativa di problemi e all'apprendimento pratico, utilizzando notebook Jupyter con dimostrazioni dal vivo e visualizzazioni di concetti bayesiani.</p>
Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No</p>
Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No</p>
Prerequisiti (non obbligatorio)	<p>Nessuno</p>
Modalità d'esame (se previsto)	<p>Partecipazione e interazione alle attività del corso. Presentazione di uno caso di studio (articolo scientifico) o lavoro collaborativo su un argomento di ricerca pertinente al corso.</p>
Materiale studio	<p>[1] J. Kruschke, Doing Bayesian Data Analysis: A Tutorial Introduction With R and Bugs, Academic Press 2010</p>



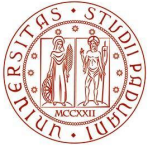
-
- [2] Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics), Springer 2007
- [3] Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stork, Pattern Classification (2nd Edition), Wiley-Interscience, 2000
- [4] Yaser S. Abu-Mostafa, Malik Magdon-Ismael, Hsuan-Tien Lin, Learning from Data, AMLBook, 2012 (supporting material available at <http://amlbook.com/support.html>)
- [5] David J. C. MacKay, Information Theory, Inference and Learning Algorithms, Cambridge University Press, 2003 (freely available and supporting material at <http://www.inference.phy.cam.ac.uk/mackay/>)
- [6] David Barber, Bayesian Reasoning and Machine Learning, Cambridge University Press, 2012 (freely available at <http://web4.cs.ucl.ac.uk/staff/D.Barber/pmwiki/pmwiki.php?n=>)
- [7] Kevin P. Murphy, Machine Learning: A Probabilistic Perspective, MIT Press, 2012 (supporting material <http://www.cs.ubc.ca/murphyk/MLbook/>)
- [8] Richard McElreath, Statistical Rethinking, CRC Press, 2015 (supporting material <https://xcelab.net/rm/statistical-rethinking/>)



Denominazione	Introduction to Modern Cryptography
SSD	INGINF05 - MAT/05
Docente (se già definito)	Alessandro LANGUASCO
Ore	24
CFU	5
Periodo di svolgimento	Primo semestre
Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Inglese
Obbligo presenza	<input checked="" type="checkbox"/> Sì (75% minima di presenza) <input type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	Definizione di Crittosistema. Alcuni esempi storici. Alcuni algoritmi crittografici fondamentali. Il cifrario perfetto di Shannon. Sommaria presentazione dei metodi simmetrici (DES, AES). Metodi asimmetrici basati su primalità/fattorizzazione e logaritmo discreto. Noti attacchi ad alcuni dei crittosistemi a chiave pubblica più usati. Come usare un crittosistema a chiave pubblica per costruire un algoritmo di firma digitale. Firma digitale con RSA e logaritmo discreto. Protocolli di autenticazione (Kerberos, Needham-Schroeder) e algoritmi a chiave pubblica. Scambio chiavi in tre passi (protocollo di Diffie-Hellman), secret splitting, secret sharing, secret broadcasting, timestamping.



Obiettivi di apprendimento	<p>Si presentano alcune delle principali caratteristiche dei crittosistemi moderni. In particolare ci concentreremo nel presentare le caratteristiche interne dei sistemi maggiormente usati.</p> <p>Inoltre esamineremo le caratteristiche della loro implementazione con particolare attenzione ai requisiti di complessità computazionale spaziale e temporale. I necessari concetti matematici (congruenze, campi finiti) verranno esposti quando necessario durante il corso.</p> <p>Come argomento finale, mostreremo come usare un sistema a chiave pubblica nei protocolli di identificazione/autenticazione.</p> <p>Lo scopo del corso è quello di imparare a valutare punti di forza e debolezza dei vari protocolli crittografici in maniera di maturare un punto di vista critico che permetta di poter scegliere tra essi a ragion veduta.</p>
Metodologie didattiche	Lezione frontale
Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
Prerequisiti (non obbligatorio)	nessuno
Modalità d'esame (se previsto)	Seminario su un argomento collegato. Per esempio (ma su altri argomenti ci si può accordare): The Secure Hash Algorithm (SHA); other hash algorithms; primality algorithms; factoring algorithms; discrete log algorithms; homomorphic cryptography; elliptic curves cryptography; compression and hash functions; probabilistic cryptography; digital currencies, electronic voting.
Materiale studio	Libri consigliati: 1) Languasco-Zaccagnini, "Manuale di Crittografia", Hoepli, 2015. 2) Knospe, "A course in Cryptography", AMS, 2019.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

3) Schneier, "Applied Cryptography, Protocols, Algorithms, and Source Code in C", Wiley, 1993.

Informazioni
aggiuntive



Denominazione	Applied functional analysis and machine learning
---------------	--

SSD	IINF/04
-----	---------

Docente (se già definito)	Gianluigi Pillonetto
------------------------------	----------------------

Ore	24
-----	----

CFU	5
-----	---

Periodo di svolgimento	Novembre-dicembre 2025
---------------------------	------------------------

Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
---------------------------	--

Lingua di erogazione	Inglese
-------------------------	---------

Obbligo presenza	<input checked="" type="checkbox"/> Sì (80% minima di presenza) <input type="checkbox"/> No
------------------	--

Contenuti del corso	Revisione di alcune nozioni sugli spazi metrici e sull'integrazione di Lebesgue: Spazi metrici. Insiemi aperti, insiemi chiusi, quartieri. Convergenza, sequenze di Cauchy, completezza. Completamento degli spazi metrici. Ripasso della teoria dell'integrazione di Lebesgue. Spazi di Lebesgue. Spazi di Banach e di Hilbert: Spazi e sottospazi normati a dimensione finita. Compattezza e dimensione finita. Operatori lineari vincolati. Funzionali lineari. Il caso dimensionale finito. Spazi normati di operatori e spazio duale. Topologie deboli. Spazi del prodotto interno e spazi di Hilbert. Complementi ortogonali e somme dirette. Insiemi e sequenze ortonormali. Rappresentazione di funzionali su spazi di Hilbert. Spazi di Hilbert a kernel riproducibili, problemi inversi e teoria della regolarizzazione: Teorema di rappresentazione. Spazi di Hilbert a
---------------------	--



	kernel riprodotto (RKHS): definizione e proprietà di base. Esempi di RKHS. Problemi di stima di funzioni in RKHS. Regolarizzazione di Tikhonov. Regressione e classificazione con vettori di supporto. Estensione della teoria alle reti profonde basate su kernel: RKHS multivariati e teorema di rappresentazione concatenato.
Obiettivi di apprendimento	Il corso si propone di fornire una panoramica degli aspetti di base dell'analisi funzionale, dell'apprendimento automatico, della teoria della regolarizzazione e dei problemi inversi. Alla fine del corso, lo studente avrà gli strumenti metodologici per affrontare vari problemi di apprendimento automatico sia di regressione che di classificazione (stima di funzioni da dati sparsi e rumorosi) partendo da spazi di ipotesi molto generali.
Metodologie didattiche	Lezioni alla lavagna e varie domande poste agli studenti in merito alle lezioni precedenti.
Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
Prerequisiti (non obbligatorio)	La teoria classica delle funzioni di variabile reale: limiti e continuità, differenziazione e integrazione di Riemann, serie infinite e convergenza uniforme. Alcuni elementi di teoria degli insiemi e di algebra lineare.
Modalità d'esame (se previsto)	Due esami scritti, uno a metà corso e l'altro alla fine
Materiale studio	[1] G. Pillonetto, T. Chen, A. Chiuso, G. De Nicolao, L. Ljung. Regularized System Identification –learning dynamic models from data, Springer Nature 2022 [2] W. Rudin. Real and Complex Analysis, McGraw Hill, 2006



[3] C.E. Rasmussen and C.K.I. Williams. Gaussian Processes for Machine Learning. The MIT Press, 2006

[4] H. Brezis, Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations, Springer 2010

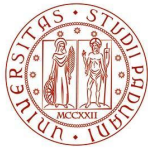
[5] G. Pillonetto, A. Aravkin, D. Gedon, L. Ljung, A.H. Ribeiro and T.B. Schön, Deep networks for system identification: a Survey, eprint 2301.12832 arXiv, 2023

Inoltre, saranno messi a disposizione degli studenti degli appunti scritti.

Informazioni
aggiuntive



Denominazione	Physics and Operation of Heterostructure-Based Electronic and Optoelectronic Devices
SSD	IINF-01/A
Docente (se già definito)	Carlo De Santi
Ore	20
CFU	4
Periodo di svolgimento	Febbraio/Marzo 2026
Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Inglese
Obbligo presenza	<input type="checkbox"/> Sì (% minima di presenza) <input checked="" type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	Questo corso fornisce un'introduzione alla fisica e ai principi di funzionamento dei dispositivi elettronici e optoelettronici avanzati basati su semiconduttori composti. Questi dispositivi sono particolarmente importanti per diverse applicazioni: i transistor ad alta mobilità elettronica (HEMT) rappresentano ottimi dispositivi per la realizzazione di sistemi di comunicazione ad alta frequenza, radar, applicazioni satellitari e convertitori di potenza ad alta efficienza. D'altro canto, LED e laser sono sorgenti luminose monocromatiche ad alta efficienza, che possono essere utilizzate sia per applicazioni illuminotecniche (con un notevole risparmio energetico), in campo biomedico, sia in fotochimica e



nell'ambito delle telecomunicazioni. Un focus speciale sarà dato ai dispositivi basati sul nitruro di gallio (GaN) e ossido di gallio (Ga₂O₃), che rappresentano i dispositivi più promettenti per le future applicazioni dell'elettronica di potenza. Il corso si concentrerà sui principali aspetti legati alla fisica delle eterostrutture, sui processi quantistici in eterostrutture, sui processi di ricombinazione nei semiconduttori, sul trasporto dei portatori nelle eterostrutture, sulla struttura e i principi di funzionamento di MESFET, HEMT, GIT, sull'intrappolamento e sull'affidabilità nei dispositivi semiconduttori composti, sui principi di funzionamento dei LED e dei laser e sugli effetti parassiti in LED e dei laser. Verrà inoltre fornita una panoramica delle applicazioni reali che metterà in evidenza le possibilità offerte da questi dispositivi. Infine, potrà essere fornita una panoramica sul moderno approccio alla simulazione della fisica di tali dispositivi.

Obiettivi di
apprendimento

Il corso mira a fornire abilità e competenze relative alla fisica e al funzionamento dei dispositivi a eterostruttura e alla modellizzazione degli stessi. Gli argomenti specifici potranno includere, tra gli altri:

- Sviluppi futuri delle tecnologie microelettroniche
- Elementi di meccanica quantistica
- Proprietà delle eterostrutture
- Semiconduttori composti
- Difetti nei semiconduttori
- Principi di funzionamento di dispositivi ad eterostruttura (es. LED, laser, transistor a eterostruttura, ...)
- Modellizzazione di dispositivi a eterostruttura
- Principi base di simulazione numerica
- Dispositivi optoelettronici per la silicon-photonics

Metodologie didattiche

Si applicheranno diverse metodologie didattiche, al fine di sviluppare sia gli aspetti metodologici, sia le abilità sperimentali.

Specifiche metodologie potranno includere:

- Lezioni frontali
- Flipped classroom
- Discussione in aula
- Homework
- Esercitazioni in aula

Analisi della letteratura



Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari Sì No

Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi Sì No

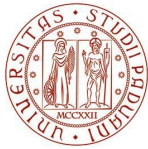
Prerequisiti
(non obbligatorio)

Modalità d'esame (se previsto) Le modalità d'esame potranno includere:

- Valutazione di homework
- Valutazione di presentazioni preparate dagli studenti
- Esercitazioni pratiche e relativo report

Materiale studio Materiale didattico fornito dai docenti mediante il Moodle del corso

Informazioni aggiuntive



Denominazione	Embedded Design with FPGA
SSD	IINF-01/A
Docente (se già definito)	<ul style="list-style-type: none">• Andrea Stanco (docente responsabile), Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, andrea.stanco@unipd.it• Daniele Vogrig, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, daniele.vogrig@unipd.it• Andrea Triossi, Dipartimento di Fisica e Astronomia, andrea.triossi@unipd.it
Ore	24
CFU	5
Periodo di svolgimento	12/2025 – 03/2026
Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Inglese
Obbligo presenza	<input checked="" type="checkbox"/> Sì (partecipazione ad almeno 4 lezioni di laboratorio su 7) <input type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	<ul style="list-style-type: none">• Nozioni basi di elettronica digitale. Il Digital Design Flow (linguaggi HDL e HLS). Introduzione al linguaggio VHDL.• Introduzione alla tecnologia FPGA e allo Zynq-7000 SoC. Panoramica delle soluzioni tecnologiche disponibili sul mercato.• Introduzione all'ambiente di sviluppo Vivado System Design. Domini temporali, violazione temporali, metastabilità, constraint di sistema.



-
- Introduzione all'ambiente di sviluppo SDK
 - Comunicazione tra processore e logica programmabile. Interrupt hardware e software.
 - Comunicazione tra il SoC e il mondo esterno.
 - Introduzione al Sistema PYNQ (Python on Zynq) come esempio di semplificazione di un design di sistemi embedded
 - Diversi casi di studio tra cui il time-to-digital converter (TDC)
-

Obiettivi di apprendimento

Il corso ha l'obiettivo di far conoscere i dispositivi System-On-a-Chip (CPU+FPGA) e il loro possibile utilizzo in ambito accademico e di ricerca. L'obiettivo a fine corso è quello di essere in grado di valutare l'efficacia di una soluzione SoC per un dato problema accademico di ricerca e la sua fattibilità dati i requisiti.

Metodologie didattiche

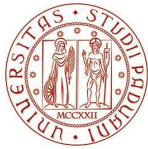
Il corso predilige un approccio pratico così da rendere più efficace la comprensione delle sfide e delle problematiche legate al design SoC/FPGA. Il corso prevede una parte di lezioni frontali (5 lezioni) e una parte di lezioni di laboratorio (7 lezioni) che verranno svolte in un laboratorio dedicato utilizzando le board [Pynq-Z1](#) e [Pynq-Z2](#)

Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari

- Sì
 No
-

Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi

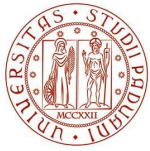
- Sì
 No
-



Prerequisiti (non obbligatorio)	Nozioni base di elettronica digitale, conoscenza di linguaggi di programmazione standard (come C/C++). Non è richiesta conoscenza del linguaggio VHDL o esperienza su FPGA.
Modalità d'esame (se previsto)	Progetto finale (abstract + presentazione) su una possibile applicazione di sistemi FPGA/SoC per ambiti di ricerca accademici
Materiale studio	<ol style="list-style-type: none">1. Hubert Kaeslin "Top-Down Digital VLSI Design: From Architectures to Gate-Level Circuits and FPGAs", Morgan Kaufmann, 20142. Xilinx, Vivado Design Suite User Guide, UG893 (v2019.1), https://www.xilinx.com/support/documentation/sw_manuals/xilinx2019_1/ug893-vivado-ide.pdf3. Xilinx, Xilinx Software Development Kit (SDK) User Guide, https://www.xilinx.com/support/documentation/sw_manuals/xilinx2015_1/SDK_Doc/index.html
Informazioni aggiuntive	Il corso è suddiviso in due moduli: 5 lezioni frontali e 7 laboratori.



Denominazione	Power Electronic Converters for Micro Grid Applications
SSD	09/IINF-01
Docente (se già definito)	Simone Buso, Paolo Mattavelli, Giorgio Spiazzi
Ore	20
CFU	4
Periodo di svolgimento	Primavera 2025
Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Inglese
Obbligo presenza	<input checked="" type="checkbox"/> Sì (80% minima di presenza) <input type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	Applicazioni di convertitori elettronici di potenza per micro reti dc, ac e ibride. Analisi della stabilità in reti di distribuzione di potenza ad alta densità di convertitori. Topologie ad alta efficienza per funzioni di bridging bidirezionale dc-dc. Tecniche di controllo digitale per convertitori switching ad alte prestazioni.
Obiettivi di apprendimento	Familiarizzare con le applicazioni dei convertitori micro grid. Imparare ad applicare tecniche di analisi della stabilità per i convertitori di collegamento alla rete e connessi alla rete. Comprendere i criteri di



	progettazione e gli obiettivi di prestazione per i convertitori bidirezionali ad alta efficienza. Imparare come utilizzare tecniche di controllo digitale per raggiungere obiettivi di stabilità e prestazione nelle applicazioni dei convertitori ad alte prestazioni.
Metodologie didattiche	Lezioni, gruppi di lavoro, compiti di progettazione
Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<input type="checkbox"/> Sì <input checked="" type="checkbox"/> No
Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
Prerequisiti (non obbligatorio)	Corso di Power electronics dalla Laurea Magistrale in Electronic Engineering.
Modalità d'esame (se previsto)	Presentazione finale dei risultati del compito di progettazione.
Materiale studio	Appunti delle lezioni e articoli sugli argomenti (indicati dall'insegnante dopo ogni lezione).
Informazioni aggiuntive	Il corso è suddiviso in due moduli: 5 lezioni frontali e 7 laboratori.



Denominazione	A Deep Dive into 5G Network Specifications and its Applications
SSD	ING-ING/03
Docente (se già definito)	Marco Giordani
Ore	20
CFU	4
Periodo di svolgimento	Aprile 2026 - maggio 2026 (tentative)
Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Inglese
Obbligo presenza	<input type="checkbox"/> Sì <input checked="" type="checkbox"/> No (ma la presenza in aula è altamente consigliata)
Contenuti del corso	<p>Il corso fornisce una panoramica completa sulle attività di standardizzazione 3GPP NR per le reti cellulari 5G di nuova generazione.</p> <ul style="list-style-type: none">• Introduzione alle reti cellulari 5G• 3GPP NR: il nuovo standard per le reti cellulari 5G<ul style="list-style-type: none">o Il Third Generation Partnership Project (3GPP)o Come leggere i documenti di standardizzazioneo Descrizione dell'architettura Radio Access Network (RAN) 5G• Lo spettro 5G NR<ul style="list-style-type: none">o Le frequenze 5G NRo Lo spettro ad onde millimetriche ed il modello di canaleo La tecnologia Multiple Input Multiple Output (MIMO)• Il livello fisico (3GPP NR PHY)



-
- o La struttura del frame 5G NR
 - o La numerologia e le struttura delle risorse 5G NR
 - o 5G duplexing schemes
 - o Segnali e canali di controllo 5G PHY
 - Il livello di accesso al mezzo (3GPP NR MAC)
 - o Segnali e canali di controllo 5G MAC
 - o Gestione della mobilità e del beam in 5G NR
 - o Allocazione delle risorse e scheduling in 5G NR
 - Linee guida per una corretta progettazione delle reti 5G
-

Obiettivi di
apprendimento

Al termine del corso, gli studenti acquisiranno le seguenti competenze:

- Panoramica delle principali caratteristiche delle reti 5G, con particolare attenzione alle innovazioni introdotte dallo standard NR.
- Una comprensione delle principali innovazioni introdotte dalle specifiche 3GPP NR per il livello PHY, con particolare attenzione alla struttura del frame NR, allo spettro NR, alla tecnologia MIMO, agli schemi di duplexing e ai segnali e canali di controllo NR PHY.
- Una comprensione delle principali innovazioni introdotte dalle specifiche 3GPP NR per il livello MAC, dallo scheduling all'allocazione delle risorse, con attenzione alla gestione della mobilità e del beam.

Una comprensione dei complessi e interessanti trade-off da considerare nella progettazione dei protocolli PHY/MAC per le reti cellulari 5G, in funzione di numerosi parametri 3GPP NR.

Metodologie didattiche

Il corso prevede lezioni frontali ed attività di gruppo tra studenti.

Si suggeriscono diversi libri di testo. Durante il corso verranno inoltre fornite note, slide, articoli e altro materiale di studio. Tutto il materiale sarà reso disponibile sul sito STEM del corso.

Corso su competenze
trasversali,
interdisciplinari,
transdisciplinari

Sì

No



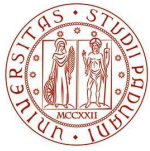
Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
---	---

Prerequisiti (non obbligatorio)	Conoscenza preliminare dello stack protocollare ISO/OSI
------------------------------------	---

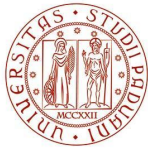
Modalità d'esame (se previsto)	Progetto di fine corso
--------------------------------	------------------------

Materiale studio	<ol style="list-style-type: none">1. 3GPP, "NR and NG-RAN Overall Description," TS 38.300, 2018.2. P. Marsch, Ö Bulakci, O. Queseth, M. Boldi (Ed.), "5G System Design: Architectural and Functional Considerations and Long Term Research," Wiley, 2018.3. D. Chandramouli, R. Liebhart, J. Pirskanen (Ed.), "5G for the Connected World," Wiley, 2019.4. M. Polese, M. Giordani, and M. Zorzi, "3GPP NR: the cellular standard for 5G networks," 5G-Italy White Book: a Multiperspective View of 5G, 2018.5. E. Dahlman, S. Parkvall, J. Skold, "5G NR: The next generation wireless access technology," Academic Press, 2020.
------------------	--

Informazioni aggiuntive	N/A
-------------------------	-----



Denominazione	Underwater Network Simulation and Experimentation
SSD	IINF/03
Docente (se già definito)	Filippo Campagnaro
Ore	18
CFU	4
Periodo di svolgimento	Gennaio-Febbraio 2026
Modalità di erogazione	<input checked="" type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input type="checkbox"/> Duale
Lingua di erogazione	Inglese
Obbligo presenza	<input checked="" type="checkbox"/> Sì (75% minima di presenza) <input type="checkbox"/> No
Contenuti del corso	<p>Il corso durerà una settimana e si concentrerà sulle sfide imposte dal canale di comunicazione subacqueo, dove WiFi, 2/3/4/5G e altre trasmissioni a radiofrequenza sono fortemente attenuate e non possono essere utilizzate. Verrà utilizzato uno strumento di simulazione e sperimentazione di reti subacquee, chiamato DESERT Underwater, per testare e valutare le prestazioni delle reti subacquee. Ogni giornata sarà suddivisa in due parti: una parte teorica in cui gli studenti seguiranno lezioni frontali per apprendere i concetti e le procedure necessarie per effettuare simulazioni di rete e sviluppare moduli</p>



software, e una parte sperimentale in cui gli studenti dovranno implementare il codice, eseguire esperimenti di simulazione e analizzare i risultati.

Attrezzatura richiesta (per tutti): laptop con sistema operativo GNU/Linux (raccomandato Ubuntu LTS) e/o una macchina virtuale Linux.

Argomenti:

- Nozioni di base sulle reti di comunicazione e differenze tra la pila ISO OSI e la pila di protocolli subacquea.
- Differenze tra emulazione di rete e simulazione con uno scheduler basato su eventi.
- Il framework di simulazione e sperimentazione DESERT Underwater.
- Reti acustiche subacquee: Strati fisici acustici, Multipath, rumore acustico, ritardo di propagazione e impatto sugli strati MAC.
- Comunicazione ottica e elettromagnetica subacquea, e reti multimodali: Canale elettromagnetico subacqueo, Canale ottico subacqueo, Reti multimodali subacquee.
- Dalla simulazione all'esperimento in mare: utilizzo di modem reali con DESERT.
- Esercizi: alla fine di ogni giornata viene svolta un'esercitazione guidata.

Obiettivi di
apprendimento

Comprendere quando i risultati delle simulazioni e degli esperimenti sono statisticamente rilevanti, comprendere le sfide della comunicazione subacquea, imparare a utilizzare le funzionalità avanzate del sistema operativo Linux per compiti di telecomunicazione, imparare a interpretare le condizioni del canale subacqueo e vedere come la teoria può essere utilizzata per prevedere le prestazioni della rete subacquea.

Metodologie didattiche

Lezioni interattive frontali, seminari, esercitazioni pratiche e compiti.



Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<input type="checkbox"/> Sì <input checked="" type="checkbox"/> No
---	---

Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
---	---

Prerequisiti (non obbligatorio)	Conoscenze base di Linux, programmazione C++, reti di calcolatori e calcolo della probabilità
---------------------------------	---

Modalità d'esame (se previsto)	Homework
--------------------------------	----------

Materiale studio	<p>[1] Filippo Campagnaro, Roberto Francescon, Federico Guerra, Federico Favaro, Paolo Casari, Roe Diamant, Michele Zorzi, "The DESERT Underwater Framework v2: Improved Capabilities and Extension Tools, IEEE Ucomms 2016</p> <p>[2] Paolo Casari, Cristiano Tapparello, Federico Guerra, Federico Favaro, Ivano Calabrese, Giovanni Toso, Saiful Azad, Riccardo Masiero, Michele Zorzi, Open-source Suites for the Underwater Networking Community: WOSS and DESERT Underwater, IEEE Network SI "Open source for networking," 2014</p> <p>[3] DESERT Underwater - DDesign, Simulate, Emulate and Realize Test-beds for Underwater network protocols https://desert-underwater.dei.unipd.it/</p> <p>[4] Milica Stojanovic, On the relationship between capacity and distance in an underwater acoustic communication channel, ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, Volume 11, Issue 4, October 2007, pp 34–43</p> <p>[5] Alberto Signori, Filippo Campagnaro, Michele Zorzi, Modeling the Performance of Optical Modems in the DESERT Underwater Network Simulator, IEEE Ucomms 2018</p> <p>[6] Filippo Campagnaro, Roberto Francescon, Paolo Casari, Roe Diamant and Michele Zorzi Multimodal Underwater Networks: Recent Advances and a Look Ahead, WUWNet 2017</p>
------------------	--

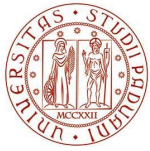


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

Informazioni
aggiuntive

È un corso intensivo della durata di una settimana



Denominazione	Generative Artificial Intelligence: foundations and recent trends
---------------	---

SSD	IINF/03
-----	---------

Docente (se già definito)	Prof. Simone Milani
------------------------------	---------------------

Ore	20
-----	----

CFU	4
-----	---

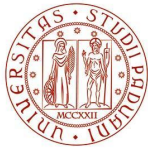
Periodo di svolgimento	novembre 2025 – dicembre 2025
---------------------------	-------------------------------

Modalità di erogazione	<input type="checkbox"/> In presenza <input type="checkbox"/> A distanza <input checked="" type="checkbox"/> Duale
---------------------------	--

Lingua di erogazione	Inglese
-------------------------	---------

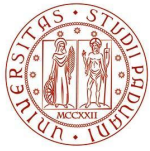
Obbligo presenza	<input checked="" type="checkbox"/> Sì (70% minima di presenza) <input type="checkbox"/> No
------------------	--

Contenuti del corso	<p>Introduzione alle strategie AI generative</p> <ul style="list-style-type: none">o Elementi di base, campi di applicazione, problemi e ambiti di sviluppo.o Esempi di applicazione della AI generativa. Portare la casualità nelle reti neurali: Variational Autoencoder.o Principi base: regolarizzazione di un autoencoder, caratterizzazione statistica, attuazione dell'operazione. Diventare antagonisti: dalle reti neurali avversarie alle reti avversarie generative (GANs).o Network training come un gioco non-cooperativo.
---------------------	--

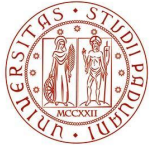


-
- o Convergenza all'equilibrio. Punti di stabilità.
 - o Vanishing gradients, problem di convergenza, mode collapse.
 - o Valutazione e ottimizzazione di una GAN. Inception Score. Frechet Inception Distance.
 - o Altri tipi di GAN.
Identificare una GAN.
 - o Tracce rivelatrici della GAN: fisiche, di rumore, legate al movimento, legate al segnale, statistiche. Miglioramento della qualità mediante la funzione di perdita composita.

Overfitting di una rete neurale.
 - o Costruire una neural implicit representation (NIR).
 - o Creare una overfitted network: problemi di convergenza, inizializzazione, quantizzazione e compressione dei pesi di rete.
 - o Layer entropici contro quantizzazione+codifica classica.
Meccanismi iterativi: diffusion models.
 - o Definizione base di un processo di diffusione: forward diffusion e reverse diffusion.
 - o Il processo di diffusione come catena di Markov.
 - o Forward diffusion tramite stochastic differential equations. Generative reverse stochastic diffusion.
 - o Problemi di campionamento.
Soluzioni e strategie per i diffusion models.
 - o Accelerated Sampling, Conditional Generation, e oltre.
 - o Una semplice implementazione di un diffusion model.
 - o Accelerated diffusion models. Variational diffusion models. Critical sampling. Progressive distillation. Conditional diffusion models. Latent diffusion models.
Applicazioni dei diffusion models.
 - o Image Synthesis, Text-to-Image, Controllable Generation, Image Editing, Image-to-Image, Super-resolution, segmentazione, sintesi video, Medical Imaging, generazione di modelli 3D.
Combinare le reti transformer nei diffusion models.
 - o Principi base dei transformer.
 - o Attention layers. Positional encoding. Applicazione dei transformer ai DM.
 - o Architettura GLIDE.
 - o Applicazione ai modelli LLM.
-



Obiettivi di apprendimento	Il corso introdurrà alcune strategie fondamentali utilizzate dall'intelligenza artificiale generativa passando in rassegna diverse architetture, dalle GAN fino ai più recenti diffusion models. Gli studenti avranno l'opportunità di comprendere gli elementi costitutivi delle varie architetture verificandone le prestazioni, nonché i vantaggi e gli svantaggi. Alla fine del corso discuteremo di una possibile loro applicazione al loro campo di ricerca.
Metodologie didattiche	Lezioni frontali, quiz moodle, demo e video tutorial. Il corso verrà trasmesso in streaming e registrato per una eventuale fruizione remota.
Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	<input checked="" type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
Prerequisiti (non obbligatorio)	Conoscenze di base su probabilità, Machine Learning e Deep Learning
Modalità d'esame (se previsto)	Esame orale con presentazione di un progetto
Materiale studio	[1] Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, "Deep learning", MIT Press 2016, https://www.deeplearningbook.org/ [2] Jonathan Ho and Ajay Jain and Pieter Abbeel, Denoising Diffusion Probabilistic Models, 2020, https://arxiv.org/pdf/2006.11239.pdf [3] Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stork, Pattern Classification (2nd Edition), Wiley-Interscience, 2000 [4] Nichol, Alex & Dhariwal, Prafulla. (2021). Improved Denoising Diffusion Probabilistic Models. https://arxiv.org/pdf/2102.09672.pdf



[5] David J. C. MacKay, *Information Theory, Inference and Learning Algorithms*, Cambridge University Press, 2003 (freely available and supporting material at <http://www.inference.phy.cam.ac.uk/mackay/>)

[6] Ian Goodfellow, NIPS 2016 Tutorial: Generative Adversarial Networks, 2016, <https://arxiv.org/pdf/1701.00160.pdf>

[7] Zhiqin Chen and Hao Zhang. 2019. Learning Implicit Fields for Generative Shape Modeling. *arXiv:1812.02822 [cs]* (September 2019).

[8] Ashish Vaswani, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N. Gomez, Łukasz Kaiser, Illia Polosukhin, Attention is all you need, Proc of Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS 2017), <https://arxiv.org/pdf/1706.03762.pdf>