

Formarea competențelor profesionale necesare în vederea predării eficiente a cursurilor pentru programul de master ”Inteligența artificială și Data Science”.

Metodica predării setului de cursuri pentru anul II de studii

Programul de instruire

Scopul programului de instruire este cel de formare a abilităților participanților pentru predarea eficientă și folosind conținut actual și relevant a cursurilor din cadrul anului II de studii al programului de master ”Inteligența artificială și Data Science” al Facultății de Matematică și Informatică a Universității de Stat din Moldova (USM).

Aceste abilități implică organizarea eficientă a prelegerilor, a activităților practice, a evaluării studenților, precum și posibilitatea de a identifica teme de activitate de cercetare, pornind de la conținutul fiecărui curs, pentru a veni în sprijinul studenților ce își pregătesc lucrarea de disertație.

Programul de instruire se va concentra pe următorul set explicit de cursuri:

- Procesarea Limbajului Natural
- Vederea Computerizată și Recunoașterea Modelelor / Analiza Imagistică și Procesarea Semnalului
- Procesarea Big Data / Motoare de Recomandare
- Generative AI / Modele de limbaje de Dimensiuni Mari
- Algoritmi de învățare prin recompensă

1. Metoda de stabilire a conținutului programului de instruire

Metodologia programului de training se bazează pe analiza și adaptarea la nevoie a conținutului și metodologiei de predare a cursurilor cu subiecte *echivalente* din cadrul programelor de master existente în cadrul Facultății de Automatică și Calculatoare (ACS) a Universității Naționale pentru Știință și Tehnologie POLITEHNICA București, ce sunt în activitate încă din anul 2011.

Programul de instruire urmărește analiza următoarelor cursuri:

1. **Natural Language Processing** - curs predat în anul I al Masterului de Inteligență Artificială al ACS: acoperă material aferent subiectului de Procesare a Limbajului Natural
2. **Computer Vision** - curs predat curs predat în anul I al Masterului de Inteligență Artificială al ACS: acoperă material aferent subiectului de Vedere Computerizată și Recunoașterea Modelelor

3. **Deep Neural Networks** - curs predat în anul I al Masterului de Inteligență Artificială al ACS: acoperă material aferent subiectelor:
 - Vedere Computerizată și Recunoașterea Modelelor
 - Modele de Limbaje de Dimensiuni Mari
4. **Advanced AI Topics** - curs predat în anul II al Masterului de Inteligență Artificială al ACS: acoperă material aferent subiectelor:
 - Generative AI
 - Motoare de Recomandare
 - Învățare prin Recompensă
5. **Multi-Agent Systems** - curs predat în anul I al Masterului de Inteligență Artificială al ACS: acoperă material aferent subiectelor:
 - Învățare prin Recompensă
6. **Introduction to Big Data** - curs predat în anul I al Masterului de Sisteme Software Avansate al ACS: acoperă material aferent subiectelor:
 - Procesare Big Data
7. **Data Mining and Data Warehousing** - curs predat în anul I al Masterului de Sisteme Software Avansate al ACS: acoperă material aferent subiectelor:
 - Procesare Big Data

Informația anterioară se sumarizează conform următoarei matrice de echivalență a conținutului aferent programului de formare:

Curs din cadrul Masterului de "Inteligență artificială și Data Science" al Facultății de Matematică și Informatică a USM	Sursă de conținut și metodologie de predare din cadrul programelor de Master ale Facultății de Automatică și Calculatoare ale POLITEHNICII București
Procesare a Limbajului Natural	Natural Language Processing - curs predat în anul I al Masterului de Inteligență Artificială
Vedere Computerizată și Recunoașterea Modelelor	Computer Vision - curs predat în anul I al Masterului de Inteligență Artificială Deep Neural Networks - curs predat în anul I al Masterului de Inteligență Artificială
Procesarea Big Data / Motoare de Recomandare	Introduction to Big Data - curs predat în anul I al Masterului de Sisteme Software Avansate

	Data Mining and Data Warehousing - curs predat în anul I al Masterului de Sisteme Software Avansate Advanced AI Topics - curs predat în anul II al Masterului de Inteligență Artificială
Generative AI / Modele de limbaje de Dimensiuni Mari	Advanced AI Topics - curs predat în anul II al Masterului de Inteligență Artificială Deep Neural Networks - curs predat în anul I al Masterului de Inteligență Artificială
Algoritmi de învățare prin recompensă	Multi-Agent Systems - curs predat în anul I al Masterului de Inteligență Artificială Advanced AI Topics - curs predat în anul II al Masterului de Inteligență Artificială

Tabelul 1: metoda de echivalare a necesarului de conținut al programului de instruire prin raportarea la cursuri similare din cadrul programelor de masterat ale Facultății de Automatică și Calculatoare a POLITEHNICII București

Conținut tematic al cursurilor

1. Prelucrarea Limbajului Natural

- Introducere în prelucrarea limbajului natural. Abordări. Aspecte dificile.
- Fonetica și fonologie. Morfologie. Lexicoane. Stemming și lematizare. Determinarea entităților cu nume. Modele lingvistice, „word embeddings”.
- Sintaxa. Anotarea părților de vorbire. Gramatici, structuri de trăsături. Analiză bazată pe diagrame (chart parsing), algoritmi Earley și CKY. Chunking.
- Semantică, gramatici de caz, ontologii lexicalizate. Dezambiguizarea sensurilor, Analiză Semantică Latentă, Analiza Dirichlet Latentă
- Pragmatică și analiza discursului. Coreferințe și scheme retorice. Generarea de limbaj natural. Teoria polifonica
- Analiza conversațiilor. Agenți conversaționali („Bots”)
- Lingvistica bazată pe corpusuri. Metode bazate pe învățare automată și rețele neuronale adânci („Machine Learning” și „Deep Neural Networks”).

2. Procesare Big Data

- Introducere în Big Data. Pași de bază în procese de Știință a Datelor
- Sisteme distribuite pentru calcul pe batch-uri de date: HDFS, Google File System
- Sisteme distribuite de stocare a datelor: baze de date NoSQL, Tabele de Dispersie Distribuite, Apache Cassandra
- Modele distribuite pentru calcul pe batch-uri de date: Google MapReduce.
- Modele și funcționalități oferite de: Apache Hadoop, Apache Spark
- Tehnici de preprocesare a datelor: curățare, agregare, clustering
- Machine Learning în Big Data

3. Vedere Computerizată și Recunoașterea Modelelor

- Introducere în computer vision – probleme fundamentale și abordări
- Filtre liniare și detecția muchiilor – abordări și metode fundamentale
- Metode de bază de procesare de imagini și operatori morfologici
- Analiza culorii - metode și aplicații în vederea computațională
- Estimarea robustă a modelelor parametrice: Generalized Least Squares, RANSAC, Transformata Hough. Aplicare în probleme de vedere computațională
- Segmentarea imaginii în regiuni semantice
- Aliniere și Potrivire de Atribute (Feature Matching) - alinierea automată a imaginilor
- Metode geometrice în vederea computațională: calibrarea camerei, geometrie epipolară, vedere stereo și camere multiple, structure from motion
- Recunoașterea de obiecte: metode clasice și de învățare automată
- Utilizarea Deep Learning în Vederea Computațională:
 - Rețele Neuronale Convoluționale - blocuri funcționale, rețele clasice, metode de normalizare, fine tuning
 - Rețele Convoluționale pentru Detecția de Obiecte și Segmentare Semantică
 - Rețele pe bază de Transformare pentru Vedere Computațională: modele pentru detecție de obiecte și segmentare semantică

4. Învățare prin Recompensă

- Procese de Decizie Markov - Teorie, Iterarea Politicii, Iterarea Valorii
- Procese de Decizie Markov parțial observabile: Teorie, Algoritmi Aplicabili
- Învățarea prin Recompensă: algoritmi model-based vs model-free, Temporal Difference Learning, Q-Learning, SARSA, n-step Temporal Difference Learning
- Deep Reinforcement Learning: modele pe baza estimării funcției de valoare - Linear Value Function Estimation, DQN, Double DQN
- Deep Reinforcement Learning: modele bazate pe estimarea politicii: Policy Gradient, Metode Actor-Critic, Metode de Recompensă Intrinsecă

5. IA Generativ și Modele Mari de Limbaj

- Antrenare Nesupervizată: Obiective de Pre-Antrenare și Învățare prin Contrast
- Auto-Encodere Variaționale și Fluxuri de Normalizare (Normalizing Flows)
- Rețele Generative Adversariale (GAN)
- Modele bazate pe Difuzie
- Modele și Învățare Few-Shot
- Modele Mari de Limbaj:
 - Modele pe bază de atenție pentru NLP, modelul BERT
 - Legi de scalare pentru Modele de Limbaj
 - Metode de Antrenare a LLM-urilor, Gestionarea seturilor de date
 - Aplicarea Prompt-urilor pe un LLM
 - Eșantionarea dintr-un LLM
 - Implementarea în practică a unui LLM
 - Antrenare LLM în condiții de resurse restrânse

2. Conținutul programului de instruire

Programul de instruire urmărește parcurgerea în detaliu a **specificului fiecărui curs** din matricea de echivalență (a se vedea Tabelul 1), analizând perspective ale **predării cursului** și a **utilizării cursului în activitatea de cercetare a studenților**.

2.1 Aspecte ale predării cursurilor

Din perspectiva predării cursurilor, programul de instruire se concentrează pe aspectele prezentate în ce urmează:

- Prezentarea Fișei de Descriere a cursului - analiza competențelor dobândite de către student în cadrul cursului
- Analiza conținutului esențial pentru fiecare subiect abordat în cadrul cursului (conform Fișei de Disciplină)
 - Identificarea mesajului cheie de reținut din cadrul fiecărui curs
 - Analiza metodei de evaluare:
 - Procedura de organizare a examenului
 - Analiza tipului de întrebări care se pun în examen / a cunoștințelor important de evaluat
- Analiza conținutului esențial pentru lucrările practice (laboratoare / seminarii) în cadrul cursului (conform Fișei de Disciplină)
 - Identificarea mesajului cheie din cadrul fiecărui laborator / seminar
 - Analiza modului de punctare a lucrărilor practice
- Prezentarea și analiza metodologiei de elaborare a temelor de casă
 - Metoda de selecție a subiectelor pentru temele de casă
 - Metoda de evaluare a temelor de casă (e.g. corectare offline, prezentare și discuție a rezultatelor)
- Prezentarea și analiza metodologiei de elaborare a proiectelor de semestru
 - Cum se aleg subiectele de către studenți
 - Cum sunt ghidați studenții în dezvoltarea setup-ului experimental, precum și pe parcurs
 - Tipuri de probleme întâmpinate în mod uzual de către studenți în dezvoltarea proiectelor
 - Identificarea sugestiilor posibile pentru a solicita un angajament constant cu lucrul la proiect
 - Analiza metodei de evaluare finală a proiectelor

2.2 Aspecte ale utilizării cursului în activitatea de cercetare

Din perspectiva utilizării conținutului cursului în sprijinul activității de cercetare a studenților înscriși la programul de master, programul de instruire are în vedere următoarele aspecte:

- Prezentarea specificului unei selecții de subiecte curente de cercetare / teze de masterat pe care le efectuează / le-au susținut studenți înscriși la programul de Master în Inteligență Artificială al ACS, pe seama unei tematici din cadrul cursului
- Organizarea unei sesiuni de Întrebări și Răspunsuri, precum și a unei discuții libere cu privire la metode de stabilire a colaborărilor cu industria pe subiecte de interes din cadrul cursului, e.g.:
 - Aducerea unor vorbitori invitați din industrie - pe ce subiecte anume ar fi potriviți
 - Organizarea unor proiecte de semestru în colaborare cu industria
 - Modalități de stabilire a subiectelor de internship pentru studenți, în colaborare cu industria

Privind activitatea de cercetare, suplimentar față de activitățile din cadrul programului de formare, cadrele didactice participante din partea Universității de Stat din Moldova vor fi invitate să:

- Vizioneze [laboratorul AI-MAS](#) al POLITEHNICII București și să interacționeze cu membrii acestuia în vederea observării tipului de proiecte de cercetare în IA desfășurate în laborator. Această vizită oferă ocazia identificării potențialului de colaborare precum și a observării implicării studenților de nivel Master în proiecte din cadrul laboratorului.
- Asiste la sesiunea online de prezentare și evaluare a Rapoartelor de Cercetare pe Semestrul II de activitate a studenților din cadrul programului de Master în Inteligență Artificială al ACS. Această sesiune oferă ocazia observării nivelului de dificultate al proiectelor de cercetare desfășurate de către studenți, precum și a modului în care este evaluată activitatea lor.