



### FIȘA DISCIPLINEI

#### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnică București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Dispozitive, Circuite și Arhitecturi Electronice
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Tehnologii Multimedia în Aplicații de Biometrie și Securitatea Informației

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)				Analiza și expertiza criminalistică a înregistrărilor audio-video			
(en)				Audio-Video Forensics			
2.2 Titularul activităților de curs				Dr. ing. Gheorghe POP			
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator				Dr. ing. Gheorghe POP			
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M3.O.20-31	2.10 Tipul de notare	Nota		

#### 3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					54
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					4
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	58.00				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

#### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcursarea următoarelor discipline: – Prelucrarea digitală a semnalelor – Metodologia expertizelor criminalistice
-------------------	--



4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe generale: – tehnici de bază de prelucrare a semnalelor; – cunoștințe de bază despre metodologia expertizelor criminalistice.
--------------------------------	---

**5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice** (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	– Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	– Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: videoproiector, computer și software pentru vizualizare și editare audio / video. – Prezența obligatorie la laboratoare (conform regulamentului studiilor universitare de masterat în UNSTPB).

**6. Obiectiv general** (*Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învățământ al specializării studiate etc.*)

Cursul are ca obiectiv principal dobândirea unor cunoștințe aprofundate, teoretice și practice, privitoare la următoarele aspecte și domenii: metode și tehnici de falsificare / manipulare a semnalelor audio-video, tehnici de preprocesare și analiză avansată a acestor semnale pentru expertizarea înregistrărilor lor, tehnici avansate de depistare a urmelor de editare / manipulare digitală a înregistrărilor audio-video (comprimate sau necomprimate), detecția și / sau identificarea persoanei care vorbește sau apare în imagini și de asemenea autentificarea înregistrărilor audio-video.

Aplicațiile de laborator au ca obiective verificarea experimentală a conceptelor teoretice prezentate la curs, însușirea deprinderilor de configurare a unor instrumente de editare și manipulare a înregistrărilor multimedia, ca și realizarea unor experimente de depistare a urmelor de manipulare a acestor înregistrări.

**7. Competențe** (*Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.*)

<b>Specifice</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Demonstrează că deține cunoștințe de bază privind conceptele teoretice legate de prelucrarea digitală a semnalelor și de modelele și tehnicile moderne de inteligență artificială și învățare automată în aplicații de expertiză criminalistică.</li><li>– Aplică în practică cunoștințele teoretice dobândite și utilizează medii de simulare pentru analiza și prelucrarea diverselor tipuri de semnale audio-video.</li><li>– Aplică metode și instrumente standardizate, specifice domeniului expertizei criminalistice, pentru realizarea procesului de evaluare a unei situații, în funcție de problemele de rezolvat și identifică soluții.</li><li>– Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului expertizei criminalistice a înregistrărilor audio-video, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică.</li><li>– Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului studiat, în vederea comunicării eficiente și corecte, în scris și oral.</li><li>– Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea și aplicarea corectă a vocabularului aferent domeniului studiat, într-o limbă străină.</li></ul>
------------------	---



<b>Transversale (generale)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Comunică eficient, în special în timpul orelor de aplicații, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie.</li><li>– Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, de a identifica soluții, precum și de a desprinde și prezenta concluzii.</li><li>– Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</li><li>– Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</li><li>– Pune în practică elemente de inteligență emoțională în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața academică, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.</li></ul>
--------------------------------	--

**8. Rezultatele învățării** (Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplurilor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)

<b>Cunoștințe</b>	<p><i>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Definește corect noțiunile și conceptele de bază ale domeniului expertizei criminalistice a înregistrărilor audio-video: verificarea autenticității probelor multimedia, mijloace de probă și instrumente specifice, echipamente și sisteme de înregistrare audio-video, recunoașterea vorbitorului și / sau a persoanelor sau obiectelor din imagini sau secvențe video etc.</li><li>– Evidențiază modalitățile de autentificare a înregistrărilor audio-video, folosind tehnici specifice de prelucrare digitală a semnalelor.</li><li>– Definește și utilizează elementele de bază legate de preprocesarea, analiza și prelucrarea semnalelor audio / video în scopul expertizei înregistrărilor ce conțin astfel de semnale.</li><li>– Este capabil să utilizeze corect tehnicile de depistare a urmelor de editare / manipulare și / sau a artefactelor nespecifice din înregistrări.</li><li>– Înțelege modul de aplicare a tehnicilor moderne de învățare automată în diverse etape de analiză avansată, prelucrare și clasificare a semnalelor multimedia.</li><li>– Realizează analize asupra unor înregistrări audio-video utilizând cunoștințe interdisciplinare (inclusiv juridice) și instrumente specifice domeniului expertizei criminalistice.</li></ul>
<b>Aptitudini</b>	<p><i>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente).</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Selectează și grupează informații relevante într-un context dat, putând astfel să descrie corespunzător diverse aspecte teoretice sau practice ale domeniului expertizei criminalistice a înregistrărilor audio-video.</li><li>– Utilizează argumentat conceptele specifice domeniului expertizei criminalistice, în vederea abordării corecte a unor probleme.</li><li>– Verifică experimental soluțiile identificate pentru rezolvarea practică a unor aplicații legate de analiza și prelucrarea semnalelor audio/video.</li><li>– Formulează concluzii corecte asupra rezultatelor experimentelor realizate.</li><li>– Argumentează modul de rezolvare și soluțiile utilizate pentru rezolvarea unor probleme.</li></ul>



<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i>
	– Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.
	– Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.
	– Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.
	– Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice.
	– Demonstrează autonomie în organizarea contextului de învățare și a problemelor de rezolvat.
	– Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile care să rezolve probleme din viața socială și economică.
– Analizează oportunități de afaceri sau de dezvoltare antreprenorială, pornind de la cunoștințele dobândite în domeniile prelucrării semnalelor și învățării automate aplicate în expertiza criminalistică a înregistrărilor audio-video.	
– Demonstrează abilități de management ale situațiilor din viața reală (de exemplu gestionarea corectă a timpului de învățare).	

**9. Metode de predare** (Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

– Cursurile sunt predate într-o manieră interactivă, fiind încurajată participarea activă a studenților. Sunt folosite atât metode clasice de predare (prelegerea și expunerea), utilizând prezentări PowerPoint prin intermediul mijloacelor multimedia, cât și interactive, bazate pe întrebări – răspunsuri și feedback-ul studenților, adaptând permanent demersul pedagogic la posibilitățile de asimilare și învățare a studenților (prin repetarea suplimentară a anumitor noțiuni și concepte, dacă acest lucru se dovedește necesar).

Fiecare curs debutează cu recapitularea succintă a capitolelor anterioare, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează numeroase imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie cât mai ușor de înțeles și asimilat. Se lucrează împreună cu studenții un număr de exerciții sau probleme.

Materialele complete de curs sunt disponibile în format electronic pe platforma Moodle a facultății.

– Predarea cunoștințelor în cadrul orelor de laborator se bazează pe comunicarea orală și explicarea detaliată a metodelor utilizate și a rezultatelor obținute, într-o manieră permanent interactivă. Studenții implementează și evaluează independent problemele prin utilizarea calculatorului și a mediului software. Aplicațiile realizate îi ajută pe studenți în dezvoltarea unor relații optime de comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Materialele de laborator sunt disponibile studenților sub formă electronică pe platforma Moodle a facultății.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	„Înregistrările audio/video în sistemul juridic” – Verificarea autenticității probelor multimedia. Mijloace de probă – situația actuală pe plan european. Instrumente ale criminalisticii. Autentificarea probelor materiale. Argumentarea în expertiză	1
2	„Probleme ale expertizei judiciare multimedia” – Cuprinderea noțiunilor de audio și video. Echipamente și sisteme de înregistrare audio/video. Compresia și transmisia semnalelor audio/video. Calitatea semnalelor audio/video	1
3	„Analiza semnalelor audio” – Autentificarea realizată de organele judiciare. Analize ale înregistrărilor audio aplicate în criminalistică. Recunoașterea vorbitorului. Transcrierea vorbirii înregistrate. Îmbunătățirea calității semnalelor audio	2



4	„Analiza semnalelor video” – Preluarea imaginilor fotografice și video. Analize ale imaginilor. Identificarea persoanelor sau obiectelor după imagini. Stabilirea vitezelor de deplasare. Îmbunătățirea calității imaginilor	2
5	„Expertiza înregistrărilor audio-video” – Artefacte introduse de componentele sistemelor de înregistrare audio și video. Analiza echipamentelor de înregistrare. Analiza containerului și a formatului conținutului. Restaurarea bazei de timp. Stabilirea unor caracteristici ale echipamentelor de înregistrare audio, video și audio-video	4
6	„Metode de autentificare a înregistrărilor audio” – Detecția juxtapunerilor pe forma de undă. Detecția modificărilor de offset DC. Detecția reșanționării și amplificării. Analiza consecvenței fazei semnalelor stabile; analiza ENF. Detecția urmelor compresiei simple și multiple. Analiza consecvenței vorbitorilor și a mediului acustic	4
7	„Metode de autentificare a înregistrărilor video” – Tehnici independente de modalitatea de compresie. Tehnici specifice modalităților de compresie. Analiza înregistrărilor de supraveghere video. Analiza întreteserii semicadrelor. Refacerea cadrelor din semicadre; metode de extragere a parametrilor. Analiza balistică a unor tipuri de mișcări. Analiza corelogramei și a transformatei Fourier a imaginilor	6
8	„Determinarea vitezelor de deplasare a obiectelor în înregistrări video” – Efectul distorsiunilor geometrice asupra determinărilor. Tehnici de restaurare a bazei de timp. Tehnica proiecției inverse. Efecte ale canalelor audio asupra înregistrărilor video	8
	<b>Total:</b>	28

#### Bibliografie:

1. Gh. Pop, *Analiza și expertiza criminalistică a înregistrărilor audio-video*, suport de curs electronic pe platforma Moodle a facultății de ETTI: <https://curs.upb.ro/>
2. Gh. Pop, D. Burileanu, “Speech Enhancement for Forensic Purposes”, *UPB Scientific Bulletin, Series C*, Vol. 81, Issue 3, Ed. Politehnica Press, București, pp. 41-52, Aug. 2019, ISSN: 2286-3540.
3. Gh. Pop, D. Burileanu, Ș. Mihalache, “An Evaluative ENF-Based Framework for Forensic Authentication of Digital Audio Recordings”, *Proceedings of the Romanian Academy Series A*, Ed. Academiei Române, București, Vol. 19, Issue 4, pp. 605-612, Dec. 2018, ISSN: 1454-9069.
4. Gh. Pop, Ș. Mihalache, D. Burileanu, “Forensic Speaker Identification Using Speech Quality Data”, *Proc. of the 12th Int. Conf. on Communications (COMM)*, București, pp. 509-512, Jun. 14-16, 2018, IEEE NY, ISBN: 978-1-5386-2350-3.
5. \*\*\*, “Best Practice Manual for Digital Image Authentication – ENFSI-BPM-DI-03”, *ENFSI*, 2021 ([https://enfsi.eu/wp-content/uploads/2021/10/BPM\\_Image-Authentication\\_ENFSI-BPM-DI-003-1.pdf](https://enfsi.eu/wp-content/uploads/2021/10/BPM_Image-Authentication_ENFSI-BPM-DI-003-1.pdf)).
6. H.J. Künzel, “Tasks in Forensic Speech and Audio Analysis: A Tutorial”, *The Phonetician*, Vol. 90, pp. 9-22, 2004.
7. G.S. Morrison, “Forensic Voice Comparison, Chapter 99 in I. Freckelton and H. Selby (Eds.), *Expert Evidence: Law Practice Procedure & Advocacy*, 4th Edition, Sydney: Thomson Reuters, 2010.
8. P. Rose, *Forensic Speaker Identification*, Taylor & Francis, 2002.

#### LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Protecția muncii. Problemele expertizei judiciare multimedia (falsificarea și contrafacerea; bune practici în domeniu; resurse pentru expertiza criminalistică)	2
2	Analiza semnalelor audio-video (stabilirea parametrilor tehnici ai semnalelor; analiza critică a conținutului înregistrărilor; îmbunătățirea și sincronizarea înregistrărilor)	2



3	Expertiza înregistrărilor audio-video (metoda testelor negative; verificarea echipamentului tehnic de înregistrare; verificarea vorbitorului în criminalistică; verificarea persoanei după imagini)	2
4	Analize de autentificare a înregistrărilor audio (depistarea juxtapunerilor / discontinuităților; depistarea urmelor de procesare anterioară; analiza zgomotului de fond și a reverberației)	2
5	Analize de autentificare a înregistrărilor video (analiza coerenței conținutului; analiza sincronizării audio-video; analiza compresiei imaginilor)	2
6	Determinarea vitezelor de deplasare ale obiectelor în secvențe video (restaurarea ratei de cadre inițiale; efecte ale distorsiunilor geometrice de lentilă)	2
7	Colocviu final	2
<b>Total:</b>		<b>14</b>

**Bibliografie:**

1. Gh. Pop, Analiza și expertiza criminalistică a înregistrărilor audio-video – Platforme de laborator, disponibile în format electronic pe platforma Moodle a facultății de ETTI: <https://curs.upb.ro/>

**11. Evaluare**

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale legate de expertiza criminalistică a înregistrărilor audio-video. Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la rezolvarea unor probleme specifice domeniului.	Examen scris în sesiunea de examene.	50%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Înțelegerea tehnicilor fundamentale de analiză și prelucrare a semnalelor audio-video. Cunoașterea modului de simulare și de implementare practică (pe calculator) a metodelor studiate, cu ajutorul unor medii de programare evaluate.	Colocviu final de laborator (test pe calculator).	50%
11.6 Condiții de promovare			
– Obținerea a 50% din punctajul total. – Realizarea obligațiilor caracteristice activității de laborator (participarea la lucrările planificate).			

**12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEİS)**

Programa cursului oferă studenților masteranzi capacitatea de aplicare a tehnicilor moderne de editare / procesare digitală a materialelor multimedia pentru a recunoaște principalele atacuri asupra acestora, ca și cunoștințele necesare realizării unor analize complexe asupra înregistrărilor audio-video pentru a putea depista urmele de editare / manipulare anterioare. Disciplina oferă de asemenea experiența practică necesară implementării tehnicilor de analiză și prelucrare a semnalelor pe sisteme de calcul, ca și posibilitatea de rezolvare a problemelor de cercetare specifice expertizei criminalistice.



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și  
Tehnologia Informației**



Disciplina răspunde concret cerințelor actuale de dezvoltare și evoluție a economiei și legislației europene și de pregătire a inginerilor electroniști în domeniul expertizei probelor multimedia, dar și practicilor curente din cadrul multor instituții de învățământ superior din Europa.

Se asigură astfel absolvenților competențe adecvate necesităților calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, disciplina fiind perfect încadrată în politica Universității Naționale de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților. Posibili angajatori vizează atât mediul academic (profil didactic și de cercetare), cât și mediul de cercetare-dezvoltare din instituțiile de stat și private care utilizează tehnici moderne de prelucrare a semnalelor audio-video, inclusiv modele bazate pe inteligență artificială și învățare automată, pentru aplicații diverse: expertiză criminalistică, metode biometrice de autentificare etc.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

Dr. ing. Gheorghe POP

Dr. ing. Gheorghe POP

Data avizării în departament

Director de departament

31.10.2024

Prof. Dr. Claudiu DAN

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea