



Ministerul Educației și Cercetării
Universitatea „Valahia” din Târgoviște
Scoala Doctorală de Științe Inginerești

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea „Valahia” din Targoviște
1.2 Facultatea/Departamentul	Instituția Organizatoare de Studii Universitare de Doctorat
1.3 Departamentul	Școala Doctorală de Științe Inginerești
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclu de studii	Doctorat
1.6 Programul de studii/Calificarea	-

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Studiu individual 2 (Metode de inserție reversibilă în imagini criptate)						
2.2 Titularul activităților de curs / Conducător doctorat	Prof. univ. dr. ing. Dinu COLTUC						
2.3 Titularul activităților de seminar/laborator							
2.4 Anul de studiu	I	2.5 Semestrul	I	2.6 Tipul de evaluare	C	2.7 Regimul disciplinei	OB S

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	-	din care: 3.2 curs	-	3.3 seminar/laborator	-
3.4 Total ore din planul de învățământ	-	din care: 3.5 curs	-	3.6 seminar/laborator	-
Distribuția fondului de timp					Ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					-
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					145
- Studiul bibliografiei recomandate (manuale, monografii, articole ISI, standarde, baze de date) / 90h					
- Documentare suplimentară în biblioteci și baze de date științifice (Scopus, Web of Science, Springer, IEEE etc.) / 45h					
- Elaborarea sintezelor bibliografice, analizelor critice și portofoliului individual de studiu / 35h					
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					-
Tutoriat					20
Examinări (pregătirea și susținerea colocviului)					10
Alte activități					-
3.7 Total ore studiu individual					175
3.8 Total ore pe semestru					175
3.9 Numărul de credite					7

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	
4.2 de competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	
5.2 de desfășurare a seminarului/laboratorului	

6. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

6.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea capacității studentului-doctorand de a analiza critic și de a valorifica literatura științifică privind metodele de inserție reversibilă a datelor în imagini criptate, în vederea înțelegerii și evaluării strategiilor de creare și valorificare a spațiului de inserție, a metodelor bazate pe predicție și a tehnicilor criptografice și separabile, a comparării acestora din perspectiva capacității de inserție, securității, reversibilității, fidelității recuperării și complexității computaționale și a fundamentării cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală în domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale.
6.2 Obiectivele specifice	- aprofundarea cunoștințelor privind principiile inserției reversibile a datelor în imagini criptate (Reversible Data Hiding in Encrypted Images – RDHEI), cu accent pe reversibilitate, securitate, recuperarea exactă a imaginii originale și a datelor inserate și separabilitatea operațiilor de extragere și decriptare; - dezvoltarea capacității de documentare științifică utilizând baze de date internaționale și surse bibliografice relevante privind metodele și tehnicile actuale de inserție reversibilă în imagini criptate; - formarea competențelor de analiză critică, comparare și evaluare a strategiilor de creare și valorificare a spațiului de inserție, cu accent pe Reserving Room Before Encryption și Vacating/Reserving Room After Encryption, precum și pe metodele bazate pe predicție, eroarea de predicție și reprezentarea sparse; - aprofundarea cunoștințelor privind metodele criptografice și tehnicile avansate de inserție în domeniul criptat, incluzând criptografia cu cheie publică, key modulation, inserția și criptarea comutative, criptarea homomorfică, predicția MSB, partiționarea pe planuri de biți și metodele de etichetare; - dezvoltarea capacității de analiză comparativă a metodelor RDHEI prin raportare la criterii precum capacitatea de inserție, securitatea, reversibilitatea, fidelitatea recuperării, separabilitatea și complexitatea computațională, precum și identificarea compromisurilor dintre aceste criterii; - dezvoltarea capacității de elaborare a unei sinteze bibliografice argumentate, de identificare a avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente, de fundamentare a cadrului conceptual și metodologic și de definire a direcției proprii de cercetare doctorală privind metodele de inserție reversibilă în imagini criptate.

7. Rezultatele învățării

7.1 Cunoștințe (<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>)	La finalizarea disciplinei, studentul-doctorand/absolventul: - demonstrează cunoștințe avansate privind principiile inserției reversibile a datelor în imagini criptate (Reversible Data Hiding in Encrypted Images – RDHEI), cerințele de reversibilitate și securitate, recuperarea exactă a imaginii originale și a datelor inserate și separabilitatea operațiilor de extragere și decriptare; - cunoaște principiile și particularitățile principalelor strategii de creare și valorificare a spațiului de inserție, inclusiv Reserving Room Before Encryption și Vacating/Reserving Room After Encryption, precum și metodele bazate pe predicție, eroarea de predicție și reprezentarea sparse; - înțelege principiile utilizării metodelor criptografice în RDHEI, incluzând criptografia cu cheie publică, key modulation, inserția și criptarea comutative și criptarea homomorfică; - cunoaște tehnicile avansate bazate pe predicția MSB, partiționarea pe planuri de biți și etichetarea parametrică, precum și criteriile de evaluare a soluțiilor din perspectiva capacității de inserție, securității, reversibilității, fidelității recuperării, separabilității și complexității computaționale.
7.2 Aptitudini (<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>)	Studentul-doctorand /absolventul este capabil: - să identifice, selecteze și analizeze critic literatura științifică relevantă privind metodele de inserție reversibilă a datelor în imagini criptate; - să analizeze comparativ strategiile de creare a spațiului de inserție și să evalueze particularitățile metodelor RRBE și VRAE/RAAE, în raport cu cerințele de reversibilitate și recuperare a imaginii; - să compare critic metodele bazate pe predicție, eroarea de predicție, reprezentarea sparse, predicția MSB și partiționarea pe planuri de biți și să evalueze influența acestora asupra capacității de inserție și fidelității recuperării; - să analizeze critic relația dintre inserția reversibilă și mecanismele criptografice, precum și implicațiile diferitelor soluții asupra securității și separabilității operațiilor; - să compare și să argumenteze adecvarea metodelor RDHEI prin raportare la capacitatea de inserție, securitate, reversibilitate, fidelitatea recuperării, separabilitate și complexitate computațională; - să identifice avantajele, limitările și lacunele soluțiilor existente și să fundamenteze cadrul conceptual și metodologic și direcția proprie de cercetare doctorală privind inserția reversibilă în imagini criptate.
7.3 Responsabilitate și autonomie (<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale</i>)	

Studentul-doctorand /absolventul:

- desfășoară în mod autonom activități de documentare, analiză critică și sinteză a literaturii privind inserția reversibilă a datelor în imagini criptate, cu respectarea principiilor eticii și integrității academice;
- își asumă responsabilitatea pentru selectarea, evaluarea și interpretarea critică a metodelor RDHEI și a mecanismelor criptografice relevante pentru problematica cercetării doctorale;
- argumentează în mod independent alegerea și adecvarea metodelor analizate în raport cu cerințele privind securitatea, reversibilitatea, capacitatea de inserție, fidelitatea recuperării și separabilitatea operațiilor;
- dezvoltă în mod autonom cadrul conceptual și metodologic și își asumă responsabilitatea pentru fundamentarea științifică a direcției proprii de cercetare doctorală.

8. Conținuturi

8.2 Studiu individual	Metode de predare	Observații
Studiarea bibliografiei fundamentale privind inserția reversibilă a datelor în imagini criptate (Reversible Data Hiding in Encrypted Images – RDHEI), cu accent pe principiile inserției în domeniul criptat, cerințele de reversibilitate și securitate, recuperarea exactă a imaginii originale și a datelor inserate, separabilitatea operațiilor de extragere și decriptare și relația dintre inserția reversibilă și criptarea imaginilor.	Studiu individual, analiză bibliografică	45 h
Documentarea în baze de date științifice privind strategiile de creare și valorificare a spațiului de inserție în imagini criptate, cu accent pe metodele de tip Reserving Room Before Encryption și Vacating/Reserving Room After Encryption, tehnicile bazate pe predicție și eroarea de predicție, reprezentarea sparse și metodele de inserție separabilă, în vederea analizei influenței acestora asupra capacității de inserție și fidelității recuperării imaginii.	Documentare în baze de date, analiză critică	25 h
Analiza critică și comparativă a literaturii privind securitatea și metodele avansate de inserție reversibilă în domeniul criptat, cu accent pe criptografia cu cheie publică, key modulation, inserția și criptarea comutative, criptarea homomorfică, predicția MSB, partiționarea pe planuri de biți și metodele de etichetare, prin evaluarea soluțiilor din perspectiva securității, capacității de inserție, reversibilității, separabilității și complexității computaționale.	Analiză comparativă, sinteză bibliografică	25 h
Elaborarea unei sinteze bibliografice privind evoluția, tendințele actuale și direcțiile de cercetare în domeniul inserției reversibile a datelor în imagini criptate, prin analiza comparativă a strategiilor de creare a spațiului de inserție, a metodelor bazate pe predicție și a tehnicilor criptografice și de mare capacitate, identificarea compromisurilor dintre capacitatea de inserție, securitate, fidelitatea recuperării, separabilitate și complexitate computațională, evidențierea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente și fundamentarea cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală.	Elaborare individuală, redactare academică	30 h
Consultări periodice cu titularul disciplinei și/sau conducătorul de doctorat privind bibliografia, direcțiile de cercetare și interpretarea critică a rezultatelor din literatura de specialitate.	Tutoriat, discuții individuale	20 h
Pregătirea și susținerea colocviului pe baza studiului individual și a raportului de documentare realizat.	Studiu individual, prezentare și susținere	30 h

Bibliografie

- [1.] Shi, Y. Q., Li, X., Zhang, X., Wu, H. T., & Ma, B. (2016). Reversible data hiding: advances in the past two decades. IEEE Access, 4, 3210-3237.
- [2.] Zhang, X. (2011). Reversible data hiding in encrypted image. IEEE signal processing letters, 18(4), 255-258.
- [3.] Zhang, X. (2012). Separable reversible data hiding in encrypted image. IEEE Transactions on information forensics and security, 7(2), 826-832.
- [4.] Hong, W., Chen, T. S., & Wu, H. Y. (2012). An improved reversible data hiding in encrypted images using side match. IEEE Signal Processing Letters, 19(4), 199-202.
- [5.] Ma, Kede, et al. "Reversible data hiding in encrypted images by reserving room before encryption." IEEE Transactions on information forensics and security 8.3 (2013): 553-562.
- [6.] Qian, Z., Zhang, X., & Wang, S. (2014). Reversible data hiding in encrypted JPEG bitstream. IEEE transactions on multimedia, 16(5), 1486-1491.
- [7.] Liao, X., & Shu, C. (2015). Reversible data hiding in encrypted images based on absolute mean difference of multiple neighboring pixels. Journal of Visual Communication and Image Representation, 28, 21-27.
- [8.] Qian, Z., & Zhang, X. (2016). Reversible data hiding in encrypted images with distributed source encoding. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 26(4), 636-646.
- [9.] Wu, X., & Sun, W. (2014). High-capacity reversible data hiding in encrypted images by prediction error. Signal processing, 104, 387-400.
- [10.] Zhang, X., Long, J., Wang, Z., & Cheng, H. (2016). Lossless and reversible data hiding in encrypted images with public-key cryptography. IEEE transactions on circuits and systems for video technology, 26(9), 1622-1631.
- [11.] Cao, X., Du, L., Wei, X., Meng, D., & Guo, X. (2016). High Capacity Reversible Data Hiding in Encrypted Images by Patch-Level Sparse Representation. IEEE Trans. Cybernetics, 46(5), 1132-1143.

- [12.] Zhou, J., Sun, W., Dong, L., Liu, X., Au, O. C., & Tang, Y. Y. (2016). Secure reversible image data hiding over encrypted domain via key modulation. *IEEE Trans. on circuits and systems for video technology*, 26(3), 441-452.
- [13.] Zhang, X. (2013). Commutative reversible data hiding and encryption. *Security and Communication Networks*, 6(11), 1396-1403.
- [14.] Xiang, S., & Luo, X. (2018). Reversible data hiding in homomorphic encrypted domain by mirroring
- [15.] I.C. Dragoi, D. Coltuc, "On the Security of Reversible Data Hiding in Encrypted Images by MSB Prediction," *IEEE Transactions on Information Forensics and Security* 16, 187-189, 2020.
- [16.] I.C. Dragoi, D. Coltuc, "Reversible Data Hiding in Encrypted Color Images Based on Vacating Room After Encryption and Pixel Prediction," 25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2018.
- [17.] I.C. Dragoi, D. Coltuc, "Reversible Data Hiding in Encrypted Images Based on Reserving Room After Encryption and Multiple Predictors," *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2018.
- [18.] P. Puteaux, W. Puech, An efficient MSB prediction-based method for high-capacity reversible data hiding in encrypted images, *IEEE Trans. Inf. Forensics Security*, pp. 1670–1681, 2018.
- [19.] P. Puteaux and W. Puech, A recursive reversible data hiding in encrypted images method with a very high capacity, *IEEE Trans. Multimedia*, pp. 636-650, 2020.
- [20.] H.-T. Wu, et al., High-capacity reversible data hiding in encrypted images by bit plane partition and MSB prediction, *IEEE Access*, vol. 7, pp. 62 361–62 371, 2019.
- [21.] Y. Wu, Y. Xiang, Y. Guo, J. Tang, and Z. Yin, An improved reversible data hiding in encrypted images using parametric binary tree labeling, *IEEE Trans. Multimedia*, pp. 1929 - 1938, 2019.
- [22.] S. Yi and Y. Zhou, Separable and reversible data hiding in encrypted images using parametric binary tree labeling, *IEEE Trans. Multimedia*, vol. 21, pp. 51–64, 2019.

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

Conținuturile disciplinei sunt corelate cu direcțiile de cercetare din domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale privind inserția reversibilă a datelor în imagini criptate, securitatea informației și procesarea semnalelor și imaginilor în domeniul criptat. Tematica disciplinei urmărește metodele fundamentale și avansate de Reversible Data Hiding in Encrypted Images (RDHEI), inclusiv inserția separabilă și strategiile de creare a spațiului pentru inserție, direcții reflectate în literatura științifică inclusă în bibliografie. Conținuturile sunt corelate cu preocupările comunității științifice privind dezvoltarea unor metode RDHEI care să asigure simultan capacitate ridicată de inserție, reversibilitate, securitate și recuperarea fidelă a imaginii originale. Sunt analizate strategiile Reserving Room Before Encryption și Vacating/Reserving Room After Encryption, metodele bazate pe predicție și eroarea de predicție, reprezentarea sparse, predicția MSB și partiționarea pe planuri de biți. Aceste criterii și familii de metode sunt recunoscute și în literatura de sinteză a domeniului RDHEI. Disciplina abordează, de asemenea, aspecte relevante pentru mediul profesional privind protecția confidențialității și prelucrarea securizată a imaginilor digitale, prin studierea criptografiei cu cheie publică, key modulation, inserției și criptării comutative, criptării homomorfe și metodelor separabile. Astfel de abordări prezintă relevanță pentru sisteme în care imaginile trebuie protejate prin criptare, dar trebuie permisă și inserarea controlată de informații suplimentare fără acces la conținutul original, inclusiv în contexte de stocare și procesare în cloud. Prin conținuturile abordate, disciplina contribuie la dezvoltarea competențelor asociate Studiilor individuale din domeniul doctoral IETTI, în special privind procesarea digitală a semnalelor și imaginilor (CP1), proiectarea și modelarea sistemelor complexe (CP4) și utilizarea instrumentelor software și hardware specializate (CP6), precum și la dezvoltarea gândirii critice și a autonomiei în cercetare. Disciplina contribuie astfel la fundamentarea cercetării doctorale în domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale și la dezvoltarea capacității studentului-doctorand de a analiza critic și de a selecta metode de inserție reversibilă în imagini criptate, creând premise pentru definirea unei direcții proprii de cercetare și dezvoltarea ulterioară a unor soluții originale orientate spre optimizarea compromisului dintre capacitatea de inserție, securitate, reversibilitate, fidelitatea recuperării, separabilitate și complexitate computațională.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Colocviu	Corectitudinea și completitudinea cunoștințelor dobândite privind principiile și metodele de inserție reversibilă a datelor în imagini criptate; capacitatea de identificare, selectare, analiză critică și sinteză a literaturii științifice de specialitate; capacitatea de analiză comparativă și evaluare a strategiilor de creare și valorificare a spațiului de inserție, inclusiv Reserving Room Before Encryption și Vacating/Reserving Room After Encryption; evaluarea critică a metodelor bazate pe predicție, eroarea de predicție, reprezentarea sparse, predicția MSB, partiționarea pe planuri de biți și metodele de etichetare; capacitatea de analiză a relației dintre inserția reversibilă și mecanismele criptografice și de evaluare a separabilității operațiilor de extragere și decriptare; capacitatea de comparare și argumentare a soluțiilor analizate	Colocviu oral și evaluarea raportului individual de studiu	100%

	din perspectiva capacității de inserție, securității, reversibilității, fidelității recuperării, separabilității și complexității computaționale; utilizarea adecvată a terminologiei științifice specifice domeniului; identificarea și argumentarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente; fundamentarea științifică a cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare privind metodele de inserție reversibilă în imagini criptate.		
10.5 Proiect	-	-	-
10.6 Standard minim de performanță			
Pentru promovarea disciplinei, studentul trebuie să îndeplinească cumulativ următoarele condiții:			
Să obțină minimum 50% din punctajul aferent colocviului și să demonstreze atingerea rezultatelor învățării prin: - identificarea, selectarea și utilizarea adecvată a literaturii științifice relevante privind metodele de inserție reversibilă a datelor în imagini criptate; - cunoașterea principiilor fundamentale ale Reversible Data Hiding in Encrypted Images (RDHEI), a cerințelor de reversibilitate și securitate și a principiilor recuperării imaginii originale și a datelor inserate; - realizarea unei analize critice și a unei sinteze bibliografice privind strategiile Reserving Room Before Encryption și Vacating/Reserving Room After Encryption, metodele bazate pe predicție, eroarea de predicție și reprezentarea sparse; - cunoașterea și analiza principalelor metode criptografice și tehnici avansate de inserție în domeniul criptat, inclusiv criptografia cu cheie publică, key modulation, inserția și criptarea comutative, criptarea homomorfică, predicția MSB și metodele separabile; - compararea și argumentarea adecvării metodelor analizate în raport cu criterii precum capacitatea de inserție, securitatea, reversibilitatea, fidelitatea recuperării, separabilitatea și complexitatea computațională; - identificarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente și fundamentarea cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală; - utilizarea corectă a terminologiei științifice și respectarea principiilor eticii și integrității academice în elaborarea și prezentarea raportului individual de studiu.			
Standardul minim de performanță validează atingerea rezultatelor învățării definite la pct. 7.			

Fișa disciplinei corespunde planului de învățământ care se aplică pentru anul I începând cu anul universitar 2027-2028.

Data completării

Titularul de curs (Conducator doctorat)
Prof. univ. dr. ing. Dinu COLȚUC

Titularul de laborator

Data avizării în
CSD

Director SDSI
Prof. univ. dr. ing. Dinu COLȚUC

Data avizării în
CSUD

Director CSUD
Prof. univ. dr. ing. Rodica Mariana ION



Ministerul Educației și Cercetării
Universitatea „Valahia” din Târgoviște
Scoala Doctorală de Științe Inginerești

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea „Valahia” din Targoviște
1.2 Facultatea/Departamentul	Instituția Organizatoare de Studii Universitare de Doctorat
1.3 Departamentul	Școala Doctorală de Științe Inginerești
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclu de studii	Doctorat
1.6 Programul de studii/Calificarea	-

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Studiu individual 2 (Metode adaptive și bazate pe inteligență artificială pentru reducerea reacției acustice în protezele auditive digitale)						
2.2 Titularul activităților de curs / Conducător doctorat	Prof. univ. dr. ing. Felix ALBU						
2.3 Titularul activităților de seminar/laborator							
2.4 Anul de studiu	I	2.5 Semestrul	I	2.6 Tipul de evaluare	C	2.7 Regimul disciplinei	OB S

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	-	din care: 3.2 curs	-	3.3 seminar/laborator	-
3.4 Total ore din planul de învățământ	-	din care: 3.5 curs	-	3.6 seminar/laborator	-
Distribuția fondului de timp					Ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					-
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren - Studiul bibliografiei recomandate (manuale, monografii, articole ISI, standarde, baze de date) / 90h - Documentare suplimentară în bibliotecă și baze de date științifice (Scopus, Web of Science, Springer, IEEE etc.) / 45h - Elaborarea sintezelor bibliografice, analizelor critice și portofoliului individual de studiu / 35h					145
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					-
Tutoriat					20
Examinări (pregătirea și susținerea colocviului)					10
Alte activități					-
3.7 Total ore studiu individual					175
3.8 Total ore pe semestru					175
3.9 Numărul de credite					7

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	
4.2 de competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	
5.2 de desfășurare a seminarului/laboratorului	

6. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

6.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea capacității studentului-doctorand de a analiza critic și de a valorifica literatura științifică privind metodele adaptive și bazate pe Inteligență Artificială pentru reducerea reacției acustice în protezele auditive digitale, în vederea înțelegerii și evaluării mecanismelor de identificare și anulare a căii de feedback acustic, a comparării soluțiilor adaptive, bazate pe învățare și hibride și a fundamentării cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală în domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale.
6.2 Obiectivele specifice	- aprofundarea cunoștințelor privind mecanismele de apariție și propagare a reacției acustice în protezele auditive digitale, identificarea căii de feedback și principiile metodelor de detecție, suprimare și anulare adaptivă a reacției acustice; - dezvoltarea capacității de documentare științifică utilizând baze de date internaționale și surse bibliografice relevante privind metodele adaptive și bazate pe Inteligență Artificială pentru reducerea reacției acustice în protezele auditive digitale; - formarea competențelor de analiză critică, comparare și evaluare a metodelor adaptive de anulare a reacției acustice, incluzând filtrarea adaptivă sparse și proportionate, dual adaptive filtering, Prediction Error Method, procesarea în domeniul transformat și metodele bazate pe filtrarea Kalman; - aprofundarea cunoștințelor privind utilizarea Inteligenței Artificiale și a metodelor de Deep Learning pentru reducerea reacției acustice, cu accent pe Deep Feedback Cancellation, controlul adaptării bazat pe învățare, suprimarea reacției reziduale și abordările hibride adaptive-AI; - identificarea tendințelor actuale, a avantajelor și limitărilor soluțiilor existente și a direcțiilor emergente de cercetare, prin raportare la criterii precum performanța anulării reacției acustice, stabilitatea, latența și complexitatea computațională; - dezvoltarea capacității de elaborare a unei sinteze bibliografice argumentate, de fundamentare a cadrului conceptual și metodologic și de definire a direcției proprii de cercetare doctorală privind reducerea reacției acustice în protezele auditive digitale prin metode adaptive și bazate pe Inteligență Artificială.

7. Rezultatele învățării

7.1 Cunoștințe (<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>)	La finalizarea disciplinei, studentul-doctorand/absolventul: - demonstrează cunoștințe avansate privind mecanismele de apariție și propagare a reacției acustice în protezele auditive digitale, identificarea căii de feedback și principiile metodelor de detecție, suprimare și anulare a acesteia; - cunoaște principiile și particularitățile metodelor adaptive de anulare a reacției acustice, inclusiv filtrarea adaptivă sparse și proportionate, dual adaptive filtering, Prediction Error Method, procesarea în domeniul transformat și metodele bazate pe filtrarea Kalman; - înțelege principiile utilizării Inteligenței Artificiale și a metodelor de Deep Learning pentru reducerea reacției acustice, inclusiv Deep Feedback Cancellation, controlul adaptării bazat pe învățare, suprimarea reacției reziduale și abordările hibride adaptive-AI; - cunoaște criteriile relevante pentru analiza și compararea soluțiilor de reducere a reacției acustice, inclusiv performanța anulării, stabilitatea, latența și complexitatea computațională, precum și tendințele actuale de cercetare în domeniu.
7.2 Aptitudini (<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>)	Studentul-doctorand /absolventul este capabil: - să identifice, selecteze și analizeze critic literatura științifică relevantă privind metodele adaptive și bazate pe Inteligență Artificială pentru reducerea reacției acustice în protezele auditive digitale; - să analizeze comparativ metodele de identificare și anulare a căii de feedback acustic și să evalueze adecvarea acestora pentru particularitățile protezelor auditive digitale; - să compare și să evalueze metodele adaptive din perspectiva performanței anulării reacției acustice, stabilității și complexității computaționale; - să analizeze critic metodele bazate pe Deep Learning și abordările hibride adaptive-AI și să evalueze avantajele și limitările acestora în raport cu metodele adaptive convenționale; - să identifice avantajele, limitările și lacunele soluțiilor existente și direcțiile emergente de cercetare privind reducerea reacției acustice în protezele auditive digitale; - să fundamenteze cadrul conceptual și metodologic și direcția proprie de cercetare privind utilizarea metodelor adaptive și bazate pe Inteligență Artificială pentru reducerea reacției acustice.
7.3 Responsabilitate și autonomie (<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale</i>)	Studentul-doctorand /absolventul: - desfășoară în mod autonom activități de documentare, analiză critică și sinteză a literaturii privind reducerea

- reacției acustice în protezele auditive digitale, cu respectarea principiilor eticii și integrității academice;
- își asumă responsabilitatea pentru selectarea, evaluarea și interpretarea critică a metodelor adaptive, bazate pe Inteligență Artificială și hibride relevante pentru problematica cercetării doctorale;
- argumentează în mod independent alegerea metodelor de reducere a reacției acustice în raport cu particularitățile aplicației și cu criteriile de performanță, stabilitate, latență și complexitate computațională;
- dezvoltă în mod autonom cadrul conceptual și metodologic și își asumă responsabilitatea pentru fundamentarea științifică a direcției proprii de cercetare doctorală.

8. Conținuturi

8.2 Studiu individual	Metode de predare	Observații
Studiarea bibliografiei fundamentale privind reacția acustică în protezele auditive digitale și metodele de control și anulare a acesteia, cu accent pe mecanismele de apariție și propagare a reacției acustice, identificarea căii de feedback, stabilitatea sistemului și principiile metodelor de detecție, suprimarea adaptivă a reacției acustice.	Studiu individual, analiză bibliografică	45 h
Documentarea în baze de date științifice privind metodele adaptive de reducere a reacției acustice în protezele auditive digitale, cu accent pe filtrarea adaptivă sparse și proporțională, metodele dual adaptive filtering, Prediction Error Method, procesarea în domeniul transformat, metodele bazate pe filtrarea Kalman și schemele hibride cu controlul stabilității.	Documentare în baze de date, analiză critică	25 h
Analiza critică și comparativă a literaturii privind utilizarea Inteligenței Artificiale și a metodelor de Deep Learning pentru reducerea reacției acustice în protezele auditive digitale, cu evaluarea soluțiilor de Deep Feedback Cancellation, a metodelor bazate pe învățare pentru controlul adaptării și suprimarea reacției reziduale și a abordărilor hibride adaptive-AI, din perspectiva performanței, stabilității, latenței și complexității computaționale.	Analiză comparativă, sinteză bibliografică	25 h
Elaborarea unei sinteze bibliografice privind tendințele actuale și direcțiile emergente de cercetare referitoare la reducerea reacției acustice în protezele auditive digitale prin metode adaptive și bazate pe Inteligență Artificială, cu identificarea avantajelor și limitărilor soluțiilor existente, a compromisurilor dintre performanța anulării, stabilitate și complexitate computațională și fundamentarea cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală.	Elaborare individuală, redactare academică	30 h
Consultări periodice cu titularul disciplinei și/sau conducătorul de doctorat privind bibliografia, direcțiile de cercetare și interpretarea critică a rezultatelor din literatura de specialitate.	Tutoriat, discuții individuale	20 h
Pregătirea și susținerea colocviului pe baza studiului individual și a raportului de documentare realizat.	Studiu individual, prezentare și susținere	30 h
Bibliografie		
[1.] E. Lydaki, Z. -H. Tan, J. Jensen and M. Guo, "Deep Feedback Cancellation in Hearing Aids", IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing, vol. 34, pp. 3159–3173, 2026. [2.] S. Pradhan, V. Patel, K. Patel, J. Maheshwari, and N. V. George, "Acoustic feedback cancellation in digital hearing aids: A sparse adaptive filtering approach," Applied Acoustics, vol. 122, pp. 138–145, 2017. [3.] T. van Waterschoot and M. Moonen, "Fifty years of acoustic feedback control: State of the art and future challenges," in Proc. IEEE, pp. 1–40, 2011. [4.] H. Dillon, Hearing aids, 2nd edition, Boomerang Press, 2008. [5.] T. van Waterschoot and M. Moonen, "Comparative evaluation of howling detection criteria in notch-filter-based howling suppression," J. Audio Eng. Soc. 58(11), pp. 923–940, 2010. [6.] M. Guo, S. H. Jensen, and J. Jensen, "Evaluation of state-of-the-art acoustic feedback cancellation systems for hearing aids," J. Audio Eng. Soc., vol. 61, no. 3, pp. 125–137, Mar. 2013. [7.] F. Albu, H.G. Coanda, D. Coltuc, "Low Complexity Acoustic Feedback Cancellation Algorithm with Frequency Shifting and Dichotomous Coordinate Descent Iterations", in Proc. of ISETC 2022, Timisoara, Romania, Nov. 2022. [8.] M. T. Akhtar, F. Albu, and A. Nishihara, "Acoustic feedback cancellation in hearing aids using dual adaptive filtering and gain-controlled probe signal," Biomed. Signal Process. Control, vol. 52, pp. 1–13, Jul. 2019. [9.] F. Albu, R. Nakagawa, S. Nordholm, "Proportionate Algorithms for Two Microphones Active Feedback Cancellation", in Proc. of EUSIPCO 2015, Nice, France, pp. 290–294. [10.] C.R.C. Nakagawa, S. Nordholm, F. Albu and W.-Y. Yan, "Closed-loop feedback cancellation utilizing two microphones and transform domain processing," in Proc. of ICASSP 2014, Firenze, Italy, pp. 3645–3649. [11.] M. T. Akhtar, F. Albu, and A. Nishihara, "Prediction Error Method (PEM)-Based Howling Cancellation in Hearing Aids: Can We Do Better?", IEEE Access, vol. 11, pp. 337–364, Dec. 2022. [12.] S. Nordholm, H. Schepker, L.T.T. Tran, S. Doclo, "Stability-controlled hybrid adaptive feedback cancellation scheme for hearing aids", The Journal of the Acoustical Society of America, 143 (1), 150–166, 2018. [13.] F. Albu, S. Nordholm and L.T.T. Tran, "The Hybrid Simplified Kalman Filter for Adaptive Feedback Cancellation" in Proc. of COMM 2018, Bucharest Romania, pp. 45–50. [14.] D. J. Freed, "Adaptive feedback cancellation in hearing aids with clipping in the feedback path," J. Acoust. Soc. Am. 123(3), pp. 1618–1626, 2008. [15.] T. Sankowsky-Rothe, M. Blau, H. Schepker, and S. Doclo, "Reciprocal measurement of acoustic feedback		

paths in hearing aids," J. Acoust. Soc. Am., vol. 138, no. 4, pp. EL399-EL404, 2015.

[16.] X. Zhan, B. C. J. Moore, X. Li and C. Zheng, "Deep Learning-Based Joint Optimization of Adaptive Feedback Cancellation and Residual Feedback Suppression for Hearing Aids," Proc. of ICASSP 2026, pp. 15592-15596.

[17.] F. Hao, B. C. J. Moore, H. Zhang, X. Li, and C. Zheng, "L3C-DeepMFC: Low-latency low-complexity deep marginal feedback cancellation with closed-loop fine tuning for hearing aids," in Proc. Interspeech 2025, pp. 838-842.

[18.] B. Soleimani, H. Schepker, and M. Mirbagheri, "Neural-AFC: Learning-based step-size control for adaptive feedback cancellation with closed-loop model training," in Proc. of ICASSP 2023.

[19.] S. Voit and S. Doclo, "In-the-loop training of deep feedback cancellation for hearing aids," arXiv preprint arXiv:2606.03832, 2026, doi: 10.48550/arXiv.2606.03832

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

Conținuturile disciplinei sunt corelate cu direcțiile actuale de cercetare din domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale, privind prelucrarea adaptivă a semnalelor, identificarea căilor de feedback și utilizarea Inteligenței Artificiale pentru reducerea reacției acustice în protezele auditive digitale. Tematica disciplinei abordează atât metode adaptive de anulare a reacției acustice, cât și soluții bazate pe Deep Learning și abordări hibride adaptive-AI, direcții reflectate în literatura științifică internațională inclusă în bibliografie. Conținuturile sunt corelate cu preocupările comunității științifice și profesionale privind stabilitatea sistemelor de anulare a reacției acustice, performanța identificării și anulării căii de feedback, latența și complexitatea computațională, precum și dezvoltarea unor soluții compatibile cu cerințele specifice protezelor auditive digitale. Bibliografia include metode bazate pe filtrare adaptivă sparse și proporționale, dual adaptive filtering, Prediction Error Method și filtrare Kalman, alături de soluții recente de Deep Feedback Cancellation, control al adaptării bazat pe învățare și optimizare comună a anulării adaptive și a reacției reziduale. Disciplina răspunde, de asemenea, cerințelor mediului profesional privind utilizarea prelucrării digitale a semnalelor, Inteligenței Artificiale și învățării automate în dezvoltarea sistemelor electronice și a tehnologiilor asistive, contribuind la dezvoltarea capacității de analiză și evaluare a soluțiilor de procesare a semnalelor care trebuie să funcționeze în condiții de stabilitate, latență redusă și resurse computaționale limitate. Aceste direcții sunt în concordanță cu competențele profesionale CP1, CP2, CP4 și CP6 asociate Studiilor individuale în cadrul domeniului doctoral IETTI. Disciplina contribuie astfel la fundamentarea cercetării doctorale în domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale și la dezvoltarea capacității studentului-doctorand de a analiza critic și de a selecta metode adaptive, bazate pe Inteligență Artificială sau hibride pentru reducerea reacției acustice în protezele auditive digitale, creând premise pentru definirea unor direcții proprii de cercetare și pentru dezvoltarea ulterioară a unor soluții originale cu potențial de valorificare în sisteme electronice pentru asistență auditivă.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Colocviu	Corectitudinea și completitudinea cunoștințelor dobândite privind mecanismele reacției acustice și metodele adaptive și bazate pe Inteligență Artificială pentru reducerea acesteia în protezele auditive digitale; capacitatea de identificare, selectare, analiză critică și sinteză a literaturii științifice de specialitate; capacitatea de analiză comparativă și evaluare a metodelor adaptive de identificare și anulare a căii de feedback acustic; evaluarea critică a metodelor bazate pe Deep Learning și a abordărilor hibride adaptive-AI; capacitatea de comparare și argumentare a soluțiilor analizate din perspectiva performanței anulării reacției acustice, stabilității, latenței și complexității computaționale; utilizarea adecvată a terminologiei științifice specifice domeniului; identificarea și argumentarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente; fundamentarea științifică a cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare privind reducerea reacției acustice în protezele auditive digitale prin metode adaptive și bazate pe Inteligență Artificială.	Colocviu oral și evaluarea raportului individual de studiu	100%
10.5 Proiect	-	-	-
10.6 Standard minim de performanță			
Pentru promovarea disciplinei, studentul trebuie să îndeplinească cumulativ următoarele condiții:			
Să obțină minimum 50% din punctajul aferent colocviului și să demonstreze atingerea rezultatelor învățării prin:			
- identificarea, selectarea și utilizarea adecvată a literaturii științifice relevante privind metodele adaptive și bazate pe Inteligență Artificială pentru reducerea reacției acustice în protezele auditive digitale; - cunoașterea mecanismelor reacției acustice, a principiilor identificării căii de feedback și a principalelor			

- metode adaptive de detecție, suprimare și anulare a reacției acustice;
- realizarea unei analize critice și a unei sinteze bibliografice privind metodele adaptive, metodele bazate pe Deep Learning și abordările hibride adaptive-AI utilizate pentru reducerea reacției acustice;
- compararea și argumentarea adecvării soluțiilor analizate în raport cu particularitățile protezelor auditive digitale și cu criterii precum performanța anulării reacției acustice, stabilitatea, latența și complexitatea computațională;
- identificarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente și fundamentarea cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală;
- utilizarea corectă a terminologiei științifice și respectarea principiilor eticii și integrității academice în elaborarea și prezentarea raportului individual de studiu.

Standardul minim de performanță validează atingerea rezultatelor învățării definite la pct. 7.

Fișa disciplinei corespunde planului de învățământ care se aplică pentru anul I începând cu anul universitar 2027-2028.

Data completării

Titularul de curs (Conducător doctorat)
Prof. univ. dr. ing. Felix ALBU

Titularul de laborator

Data avizării în
CSD

Director SDSI
Prof. univ. dr. ing. Dinu COLȚUC

Data avizării în
CSUD

Director CSUD
Prof. univ. dr. ing. Rodica Mariana ION



Ministerul Educației și Cercetării
Universitatea „Valahia” din Târgoviște
Scoala Doctorală de Științe Inginerești

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea „Valahia” din Targoviște
1.2 Facultatea/Departamentul	Instituția Organizatoare de Studii Universitare de Doctorat
1.3 Departamentul	Școala Doctorală de Științe Inginerești
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclu de studii	Doctorat
1.6 Programul de studii/Calificarea	-

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Studiu individual 2 (Metode bazate pe inteligență artificială pentru recunoașterea automată a limbajului semnelor)						
2.2 Titularul activităților de curs / Conducător doctorat	Prof. univ. dr. ing. Felix ALBU						
2.3 Titularul activităților de seminar/laborator							
2.4 Anul de studiu	I	2.5 Semestrul	I	2.6 Tipul de evaluare	C	2.7 Regimul disciplinei	OB S

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	-	din care: 3.2 curs	-	3.3 seminar/laborator	-
3.4 Total ore din planul de învățământ	-	din care: 3.5 curs	-	3.6 seminar/laborator	-
Distribuția fondului de timp					Ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					-
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					145
- Studiul bibliografiei recomandate (manuale, monografii, articole ISI, standarde, baze de date) / 90h					
- Documentare suplimentară în biblioteci și baze de date științifice (Scopus, Web of Science, Springer, IEEE etc.) / 45h					
- Elaborarea sintezelor bibliografice, analizelor critice și portofoliului individual de studiu / 35h					
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					-
Tutoriat					20
Examinări (pregătirea și susținerea colocviului)					10
Alte activități					-
3.7 Total ore studiu individual					175
3.8 Total ore pe semestru					175
3.9 Numărul de credite					7

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	
4.2 de competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	
5.2 de desfășurare a seminarului/laboratorului	

6. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

6.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea capacității studentului-doctorand de a analiza critic și de a valorifica literatura științifică privind metodele bazate pe Inteligență Artificială pentru recunoașterea automată a limbajului semnelor, în vederea înțelegerii și evaluării metodelor de Deep Learning, a arhitecturilor bazate pe mecanisme de attention și Transformer, a abordărilor spațio-temporale, bazate pe grafuri și multimodale, a comparării acestora din perspectiva acurateței, robusteții, capacității de generalizare și complexității computaționale și a fundamentării cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală în domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale.
6.2 Obiectivele specifice	- aprofundarea cunoștințelor privind fundamentele recunoașterii automate a limbajului semnelor, cu accent pe reprezentarea gesturilor și semnelor, recunoașterea izolată și continuă și principalele modalități de achiziție și reprezentare a informației vizuale și senzoriale; - dezvoltarea capacității de documentare științifică utilizând baze de date internaționale și surse bibliografice relevante privind metodele bazate pe Inteligență Artificială și Deep Learning pentru recunoașterea automată a limbajului semnelor; - formarea competențelor de analiză critică, comparare și evaluare a arhitecturilor de Deep Learning, incluzând rețele neuronale convoluționale, arhitecturi hibride CNN, mecanisme de attention, Vision Transformers și metode de transfer learning; - aprofundarea cunoștințelor privind modelarea informației spațiale și temporale, reprezentările bazate pe grafuri și abordările multimodale, cu accent pe Graph Convolutional Neural Networks (GCNN), estimarea punctelor-cheie ale corpului, analiza secvențelor video și fuziunea informațiilor provenite din imagini și senzori; - dezvoltarea capacității de analiză comparativă a metodelor de recunoaștere automată a limbajului semnelor prin raportare la criterii precum acuratețea, robustețea, capacitatea de generalizare și complexitatea computațională, precum și identificarea tendințelor și direcțiilor emergente de cercetare; - dezvoltarea capacității de elaborare a unei sinteze bibliografice argumentate, de identificare a avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente, de fundamentare a cadrului conceptual și metodologic și de definire a direcției proprii de cercetare doctorală privind utilizarea metodelor bazate pe Inteligență Artificială pentru recunoașterea automată a limbajului semnelor.

7. Rezultatele învățării

7.1 Cunoștințe (<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>)	La finalizarea disciplinei, studentul-doctorand/absolventul: - demonstrează cunoștințe avansate privind fundamentele recunoașterii automate a limbajului semnelor, particularitățile reprezentării gesturilor și semnelor și diferențele dintre recunoașterea izolată, recunoașterea continuă și traducerea automată a limbajului semnelor; - cunoaște principiile și particularitățile metodelor bazate pe Inteligență Artificială și Deep Learning, inclusiv rețele neuronale convoluționale, arhitecturi hibride CNN, mecanisme de attention, Vision Transformers și transfer learning; - înțelege principiile modelării informației spațiale și temporale și ale utilizării Graph Convolutional Neural Networks, estimării punctelor-cheie ale corpului și analizei secvențelor video pentru recunoașterea limbajului semnelor; - cunoaște principalele abordări multimodale și bazate pe senzori, precum și criteriile relevante pentru analiza și compararea soluțiilor de recunoaștere automată din perspectiva acurateței, robusteții, capacității de generalizare și complexității computaționale.
7.2 Aptitudini (<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>)	Studentul-doctorand /absolventul este capabil: - să identifice, selecteze și analizeze critic literatura științifică relevantă privind metodele bazate pe Inteligență Artificială pentru recunoașterea automată a limbajului semnelor; - să analizeze comparativ arhitecturile de Deep Learning utilizate pentru recunoașterea limbajului semnelor și să evalueze adecvarea acestora în raport cu particularitățile problemei analizate; - să compare critic metodele bazate pe CNN, mecanisme de attention, Transformers și transfer learning, din perspectiva acurateței, robusteții, capacității de generalizare și complexității computaționale; - să analizeze critic metodele de modelare spațio-temporală, abordările bazate pe grafuri și soluțiile multimodale, precum și modalitățile de integrare a informațiilor vizuale și senzoriale; - să identifice avantajele, limitările și lacunele soluțiilor existente și direcțiile emergente de cercetare în domeniul recunoașterii automate a limbajului semnelor; - să fundamenteze cadrul conceptual și metodologic și direcția proprie de cercetare doctorală privind utilizarea metodelor bazate pe Inteligență Artificială pentru recunoașterea automată a limbajului semnelor.
7.3 Responsabilitate și autonomie (<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și</i>	

aptitudinile sale)

Studentul-doctorand /absolventul:

- desfășoară în mod autonom activități de documentare, analiză critică și sinteză a literaturii privind recunoașterea automată a limbajului semnelor, cu respectarea principiilor eticii și integrității academice;
- își asumă responsabilitatea pentru selectarea, evaluarea și interpretarea critică a metodelor și arhitecturilor bazate pe Inteligență Artificială relevante pentru problematica cercetării doctorale;
- argumentează în mod independent alegerea metodelor de recunoaștere automată în raport cu tipul și modalitatea datelor, caracteristicile problemei analizate și criteriile de performanță considerate;
- dezvoltă în mod autonom cadrul conceptual și metodologic și își asumă responsabilitatea pentru fundamentarea științifică a direcției proprii de cercetare doctorală.

8. Conținuturi

8.2 Studiu individual	Metode de predare	Observații
Studierea bibliografiei fundamentale privind recunoașterea automată a limbajului semnelor, cu accent pe particularitățile reprezentării gesturilor și semnelor, diferențele dintre recunoașterea izolată și continuă, modalitățile de achiziție și reprezentare a informației vizuale și senzoriale și principalele etape ale sistemelor automate de detecție, recunoaștere și traducere a limbajului semnelor.	Studiu individual, analiză bibliografică	45 h
Documentarea în baze de date științifice privind metodele bazate pe Inteligență Artificială și Deep Learning pentru recunoașterea automată a limbajului semnelor, cu accent pe rețele neuronale convoluționale, arhitecturi hibride CNN, mecanisme de attention, Vision Transformers și metode de transfer learning, precum și pe analiza capacității acestora de extragere și învățare a caracteristicilor relevante pentru recunoașterea gesturilor și semnelor.	Documentare în baze de date, analiză critică	25 h
Analiza critică și comparativă a literaturii privind modelarea informației spațiale și temporale și utilizarea reprezentărilor structurale și multimodale pentru recunoașterea limbajului semnelor, cu accent pe Graph Convolutional Neural Networks, estimarea punctelor-cheie ale corpului, modelarea secvențelor video, fuziunea informațiilor provenite din imagini și senzori și recunoașterea continuă, din perspectiva acurateței, robusteții, capacității de generalizare și complexității computaționale.	Analiză comparativă, sinteză bibliografică	25 h
Elaborarea unei sinteze bibliografice privind tendințele actuale și direcțiile emergente de cercetare în recunoașterea automată a limbajului semnelor prin metode bazate pe Inteligență Artificială, cu accent pe arhitecturile hibride, mecanismele de attention și Transformer, modelarea spațio-temporală, abordările bazate pe grafuri și sistemele multimodale, identificarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente și fundamentarea cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală.	Elaborare individuală, redactare academică	30 h
Consultări periodice cu titularul disciplinei și/sau conducătorul de doctorat privind bibliografia, direcțiile de cercetare și interpretarea critică a rezultatelor din literatura de specialitate.	Tutoriat, discuții individuale	20 h
Pregătirea și susținerea colocviului pe baza studiului individual și a raportului de documentare realizat.	Studiu individual, prezentare și susținere	30 h
Bibliografie [1.] A. O. Hashi, S. Z. M. Hashim, S. Mirjalili, V. R. Kebande, A. Al-Dhaqm, M. Nasser, and A. B. A. Samah, "A hybrid CNN-transformer framework optimized by Grey Wolf Algorithm for accurate sign language recognition," Sci. Rep., vol. 15, no. 1, p. 43550, Dec. 2025 [2.] Z. Ke, S. Liu, C. Ke and Y. Feng, "Consistency-Driven Cross-Modality Transferring for Continuous Sign Language Recognition," Proc. of IEEE SMC 2024, pp. 629-634. [3.] S. Renjith and A. Varghese, "An Efficient Hybrid Attention-Guided Frame-Wise Temporal Reasoning for Sign Language Recognition," in IEEE Access, vol. 13, pp. 213780-213793, 2025 [4.] A. N. Shinde and R. Kannan, "Deep Learning in Sign Language: A Comprehensive Systematic Review of Recent Progress," Proc. of ICEI 2026, pp. 1-4. [5.] D. R. Kothadiya, C. M. Bhatt, H. Kharwa, F. Albu, "Hybrid InceptionNet based Enhanced Architecture for Isolated Sign Language Recognition," IEEE Access, 2024 [6.] E. V. Pikoulis, A. Bifis, M. Trigka, C. Constantinopoulos, and D. Kosmopoulos, "Context-aware automatic sign language video transcription in psychiatric interviews," Sensors, vol. 22, no. 7, Art. no. 2656, 2022, doi: 10.3390/s22072656. [7.] W. Aditya, T. K. Shih, T. Thaipisutikul, A. S. Fitriajie, M. Gochoo, F. Utaminingrum, and C.-Y. Lin, "Novel spatio-temporal continuous sign language recognition using an attentive multi-feature network," Sensors, vol. 22, no. 17, Art. no. 6452, 2022, doi: 10.3390/s22176452. [8.] K. Kozyra, K. Trzyniec, E. Popardowski, and M. Stachurska, "Application for recognizing sign language gestures based on an artificial neural network," Sensors, vol. 22, no. 24, Art. no. 9864, 2022, doi: 10.3390/s22249864. [9.] M. S. Amin, S. T. H. Rizvi, and M. M. Hossain, "A comparative review on applications of different sensors for		

- sign language recognition," J. Imaging, vol. 8, no. 4, Art. no. 98, 2022, doi: 10.3390/jimaging8040098.
- [10.] J. J. Bird, A. Ekárt, and D. R. Faria, "British sign language recognition via late fusion of computer vision and Leap Motion with transfer learning to American Sign Language," Sensors, vol. 20, no. 18, Art. no. 5151, 2020, doi: 10.3390/s20185151.
 - [11.] Q. Xue, X. Li, D. Wang, and W. Zhang, "Deep forest-based monocular visual sign language recognition," Appl. Sci., vol. 9, no. 9, Art. no. 1945, 2019, doi: 10.3390/app9091945.
 - [12.] M. S. Amin, S. T. H. Rizvi, A. Mazzei, and L. Anselma, "Assistive data glove for isolated static postures recognition in American Sign Language using neural network," Electronics, vol. 12, no. 8, Art. no. 1904, 2023, doi: 10.3390/electronics12081904.
 - [13.] M. Al-Hammadi, M. A. Bencherif, M. Alsulaiman, G. Muhammad, M. A. Mekhtiche, W. Abdul, Y. A. Alohal, T. S. Alrayes, H. Mathkour, M. Faisal, et al., "Spatial attention-based 3D graph convolutional neural network for sign language recognition," Sensors, vol. 22, no. 12, Art. no. 4558, 2022, doi: 10.3390/s22124558.
 - [14.] S.-K. Ko, C. J. Kim, H. Jung, and C. Cho, "Neural sign language translation based on human keypoint estimation," Appl. Sci., vol. 9, no. 13, Art. no. 2683, 2019, doi: 10.3390/app9132683.
 - [15.] M. J. Cheok, Z. Omar, and M. H. Jaward, "A review of hand gesture and sign language recognition techniques," Int. J. Mach. Learn. Cybern., vol. 10, pp. 131–153, 2019, doi: 10.1007/s13042-017-0705-5.
 - [16.] W. Song and G. Zhang, "Risky-driving-image recognition based on visual attention mechanism and deep learning," Sensors, vol. 22, no. 15, Art. no. 5868, 2022, doi: 10.3390/s22155868.
 - [17.] D. Kothadiya, C. Bhatt, K. Sapariya, K. Patel, A.-B. Gil-González, and J. M. Corchado, "Deepsign: Sign language detection and recognition using deep learning," Electronics, vol. 11, no. 11, Art. no. 1780, 2022, doi: 10.3390/electronics11111780.
 - [18.] D. R. Kothadiya, C. M. Bhatt, T. Saba, A. Rehman, and S. A. Bahaj, "SIGNFORMER: DeepVision Transformer for sign language recognition," IEEE Access, vol. 11, pp. 4730–4739, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3231130.
 - [19.] O. M. Sincan and H. Y. Keles, "AUTSL: A large scale multi-modal Turkish sign language dataset and baseline methods," IEEE Access, vol. 8, pp. 181340–181355, 2020.
 - [20.] L. Meng and R. Li, "An attention-enhanced multi-scale and dual sign language recognition network based on a graph convolution network," Sensors, vol. 21, no. 4, Art. no. 1120, 2021, doi: 10.3390/s21041120.
 - [21.] Z. Liang, H. Li, and J. Chai, "Sign language translation: A survey of approaches and techniques," Electronics, vol. 12, no. 12, Art. no. 2678, 2023, doi: 10.3390/electronics12122678.
 - [22.] A. C. Caliwag, H.-J. Hwang, S.-H. Kim, and W. Lim, "Movement-in-a-video detection scheme for sign language gesture recognition using neural network," Appl. Sci., vol. 12, no. 20, Art. no. 10542, 2022, doi: 10.3390/app122010542.
 - [23.] B. Aksoy, O. K. M. Salman, and Ö. Ekrem, "Detection of Turkish sign language using deep learning and image processing methods," Applied Artificial Intelligence, vol. 35, no. 12, pp. 952–981, 2021

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

Conținuturile disciplinei sunt corelate cu direcțiile actuale de cercetare din domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale, privind utilizarea Inteligenței Artificiale, Deep Learning și a tehnicilor avansate de procesare a imaginilor și secvențelor video pentru recunoașterea automată a limbajului semnelor. Tematica disciplinei abordează atât recunoașterea izolată și continuă, cât și arhitecturi bazate pe CNN, mecanisme de attention, Transformers și transfer learning, direcții reflectate în literatura științifică internațională inclusă în bibliografie. Conținuturile sunt corelate cu preocupările comunității științifice privind modelarea informației spațiale și temporale, reprezentările bazate pe grafuri și integrarea informațiilor multimodale. Sunt analizate soluții bazate pe Graph Convolutional Neural Networks, estimarea punctelor-cheie ale corpului, procesarea secvențelor video și utilizarea informațiilor provenite din sisteme vizuale și senzori, precum și metode de recunoaștere și traducere automată a limbajului semnelor. Disciplina răspunde, de asemenea, cerințelor mediului profesional privind utilizarea Inteligenței Artificiale, Machine Learning, Computer Vision și procesării multimodale a datelor pentru dezvoltarea sistemelor inteligente și a tehnologiilor asistive. Analiza comparativă a soluțiilor din perspectiva acurateței, robusteții, capacității de generalizare și complexității computaționale contribuie la formarea capacității studentului-doctorand de a evalua critic adecvarea diferitelor arhitecturi și metode la cerințele unor aplicații reale. Prin conținuturile abordate, disciplina contribuie la dezvoltarea competențelor asociate Studiilor individuale din domeniul doctoral IETTI, în special privind procesarea digitală a semnalelor (CP1), Inteligența Artificială și Machine Learning (CP2), proiectarea și modelarea sistemelor complexe (CP4) și utilizarea instrumentelor software și hardware specializate (CP6), precum și la dezvoltarea gândirii critice și a autonomiei în cercetare. Disciplina contribuie astfel la fundamentarea cercetării doctorale în domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale și la dezvoltarea capacității studentului-doctorand de a analiza critic și de a selecta metode bazate pe Inteligență Artificială pentru recunoașterea automată a limbajului semnelor, creând premise pentru definirea unei direcții proprii de cercetare și pentru dezvoltarea ulterioară a unor soluții originale cu potențial de aplicare în sisteme inteligente de recunoaștere, interacțiune om-calculator și tehnologii asistive.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Colocviu	Corectitudinea și completitudinea cunoștințelor dobândite privind fundamentele recunoașterii automate a limbajului semnelor și metodele bazate pe Inteligență Artificială utilizate în acest scop; capacitatea de identificare, selectare, analiză critică și sinteză a literaturii științifice de specialitate; capacitatea de analiză comparativă și evaluare a arhitecturilor de Deep Learning, incluzând rețele neuronale convoluționale, mecanisme de attention, Vision Transformers și metode de transfer learning; evaluarea critică a metodelor de modelare spațio-temporală, a abordărilor bazate pe grafuri și a soluțiilor multimodale; capacitatea de comparare și argumentare a soluțiilor analizate din perspectiva acurateței, robusteții, capacității de generalizare și complexității computaționale; utilizarea adecvată a terminologiei științifice specifice domeniului; identificarea și argumentarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente; fundamentarea științifică a cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare privind utilizarea metodelor bazate pe Inteligență Artificială pentru recunoașterea automată a limbajului semnelor.	Colocviu oral și evaluarea raportului individual de studiu	100%
10.5 Proiect	-	-	-
10.6 Standard minim de performanță			
Pentru promovarea disciplinei, studentul trebuie să îndeplinească cumulativ următoarele condiții:			
Să obțină minimum 50% din punctajul aferent colocviului și să demonstreze atingerea rezultatelor învățării prin: - identificarea, selectarea și utilizarea adecvată a literaturii științifice relevante privind metodele bazate pe Inteligență Artificială pentru recunoașterea automată a limbajului semnelor; - cunoașterea fundamentelelor recunoașterii automate a limbajului semnelor, a particularităților recunoașterii izolate și continue și a principalelor categorii de metode bazate pe Inteligență Artificială și Deep Learning; - realizarea unei analize critice și a unei sinteze bibliografice privind arhitecturile CNN, mecanismele de attention, Vision Transformers, metodele de transfer learning și alte abordări relevante pentru recunoașterea automată a limbajului semnelor; - compararea și argumentarea adecvării metodelor de modelare spațio-temporală, a abordărilor bazate pe grafuri și a soluțiilor multimodale, în raport cu particularitățile problemei analizate și cu criterii precum acuratețea, robustețea, capacitatea de generalizare și complexitatea computațională; - identificarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente și fundamentarea cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală; - utilizarea corectă a terminologiei științifice și respectarea principiilor eticii și integrității academice în elaborarea și prezentarea raportului individual de studiu.			
Standardul minim de performanță validează atingerea rezultatelor învățării definite la pct. 7.			

Fișa disciplinei corespunde planului de învățământ care se aplică pentru anul I începând cu anul universitar 2027-2028.

Data completării

Titularul de curs (Conducator doctorat)
Prof. univ. dr. ing. Felix ALBU

Titularul de laborator

Data avizării în
CSD

Director SDSI
Prof. univ. dr. ing. Dinu COLȚUC

Data avizării în
CSUD

Director CSUD
Prof. univ. dr. ing. Rodica Mariana ION