

## FIȘA DISCIPLINEI

### *Algoritmi paraleli și distribuiți*

Anul universitar 2022-2023

#### 1. Date despre program

1.1	Instituția de învățământ superior	Universitatea din Pitești
1.2	Facultatea	Electronica, Comunicatii si Calculatoare
1.3	Departamentul	Electronica, Calculatoare si Inginerie Electrica
1.4	Domeniul de studii	Calculatoare și tehnologia informației
1.5	Ciclul de studii	Licență
1.6	Programul de studii / Calificarea	Calculatoare/ Inginer de sistem în informatică (251203), Programator de sistem informatic (251204), Inginer de sistem software (251205)

#### 2. Date despre disciplină

2. Date despre disciplina											
2.1	Denumirea disciplinei					Algoritmi paraleli și distribuiți					
2.2	Titularul activităților de curs					Conf.dr.ing. Petre ANGHELESCU					
2.3	Titularul activităților de laborator					Conf. dr.ing. Petre ANGHELESCU					
2.4	Anul de studii	III	2.5	Semestrul	II	2.6	Tipul de evaluare	E	2.7	Regimul disciplinei	D/O

#### 3. Timpul total estimat

3.1	Număr de ore pe săptămână	5	3.2	din care curs	3	3.3	laborator	2
3.4	Total ore din planul de inv.	70	3.5	din care curs	42	3.6	seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp								ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe								23
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren								12
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii, eseuri								12
Tutoriat								2
Examinări								6
Alte activități .....								-
3.7	Total ore studiu individual	55						
3.8	Total ore pe semestru	125						
3.9	Număr de credite	5						

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

4.1	De curriculum	Parcursarea disciplinelor: Structuri de date, Proiectarea algoritmilor, Analiza algoritmilor
4.2	De competențe	<b>C1</b> Operarea cu fundamente științifice, ingineresti si ale informaticii

#### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1	De desfășurare a cursului	Sală cu o capacitate de minim 100 locuri dotată cu două table, videoproector și ecran de proiecție.
5.2	De desfășurare a laboratorului	Laboratorul disciplinei (sala T215/T207), Calculatoare (minim 15), Internet, Mediul de programare Visual Studio .NET (Visual C++, C#) și librăria MPI instalate pe fiecare stație de lucru.

#### 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<b>C3</b> Solutionarea problemelor folosind instrumentele științei si ingineriei calculatoarelor (5 puncte credit)
Competențe transversale	

#### 7. Obiectivele disciplinei

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Înșușirea cunoștințelor de bază privind algoritmica si programarea paralelă și distribuită, dezvoltarea algoritmilor fundamentali de prelucrare paralelă și distribuită a informației, formarea unei imagini de ansamblu asupra complexității algoritmilor paraleli si distribuiți și asupra modelelor de sisteme pentru aplicații paralele și distribuite, însușirea conceptului
---------------------------------------	---

	de comunicare prin mesaje.
7.2 Obiectivele specifice	<p><i>Obiective cognitive</i>  Insușirea cunoștințelor de bază privind domeniul calculului paralel și distribuit cu un accent pe parametrii de performanță și complexitatea algoritmilor paraleli și distribuiți.</p> <p><i>Obiective procedurale</i>  Insușirea tehnicilor de baza pentru proiectarea și implementarea algoritmilor paraleli și distribuiți pentru diverse aplicații cu caracter ingineresc - inclusiv aspectele legate de analiza și performanțele acestora comparativ cu sistemul de calcul utilizat.</p> <p><i>Obiective atitudinale</i>  Dobândirea deprinderilor privind ordinea și lucrul în echipă în vederea realizării rapide de aplicații ce încorporează tehnici de comunicare prin mesaje, utilizând MPI (Message Passing Interface) și Visual Studio .Net.</p>

## 8. Conținuturi

8.1. Curs		Metode de predare	Observații Resurse folosite
1.	<b>Definirea calculului paralel. Calculatoare secvențiale și calculatoare paralele. Paralelism logic și fizic. Calcul paralel vs. Calcul distribuit.</b>  -Timp alocat <b>3 ore</b>	Prelegere Dezbateri Descriere și exemplificare	Tabla, Calculator, Videoproiector
2.	<b>Modele de arhitecturi distribuite (cluster, cloud, grid) și supercalculatoare. Taxonomie sisteme paralele.</b>  -Timp alocat <b>3 ore</b>	Prelegere Dezbateri Descriere și exemplificare	Tabla, Calculator, Videoproiector
3.	<b>Organizarea spațiului de adresă al memoriei. Mecanisme de comunicare și sincronizare între procese paralele (excludere mutuală, semafoare, evenimente, variabile de condiție, bariere). Modele teoretice de calculatoare paralele. Paradigme ale programării paralele.</b>  -Timp alocat <b>3 ore</b>	Prelegere Dezbateri Exemplificare	Tabla, Calculator, Videoproiector
4.	<b>Tehnici utilizate la realizarea aplicațiilor de procesare paralelă: etape; considerații privind proiectarea aplicațiilor; Parametrii de performanță ai procesării paralele și complexitatea algoritmilor.</b>  -Timp alocat <b>3 ore</b>	Prelegere Dezbateri Studiu de caz	Tabla Calculator, Videoproiector
5.	<b>Programare paralelă și distribuită cu MPI (1):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepte de bază privind comunicarea prin mesaje.</li> <li>• Fundamente MPI (structură program, comunicatori și grupuri de procese, moduri de comunicație în MPI).</li> <li>• Aplicații.</li> </ul> -Timp alocat <b>3 ore</b>	Prelegere Dezbateri Studiu de caz	Tabla, Calculator, Videoproiector
6.	<b>Programare paralelă și distribuită cu MPI (2):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamente MPI (sincron și asincron; clienți și servere).</li> <li>• Operații colective: sincronizare, transfer de date, calcule colective.</li> <li>• Aplicații.</li> </ul> -Timp alocat <b>3 ore</b>	Prelegere Dezbateri Studiu de caz	Tabla, Calculator, Videoproiector
7.	<b>Programare paralelă și distribuită cu MPI (3):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologii virtuale de procese.</li> <li>• Evaluarea timpului de lucru în MPI.</li> <li>• Studiu de caz: calculul valorii lui Pi prin integrare numerică, analiză funcționare.</li> </ul> -Timp alocat <b>3 ore</b>	Prelegere Dezbateri Studiu de caz	Tabla, Calculator, Videoproiector
8.	<b>Limbaje de programare paralelă.</b>  -Timp alocat <b>3 ore</b>	Prelegere Dezbateri	Tabla, Calculator, Videoproiector
9.	<b>Exemple de algoritmi paraleli și distribuiți. Proiectare și analiză. (1)</b> Algoritmi paraleli și distribuiți de înmulțire a matricilor cu vectori.  -Timp alocat <b>3 ore</b>	Prelegere Dezbateri Studiu de caz	Tabla, Calculator, Videoproiector.
10.	<b>Exemple de algoritmi paraleli și distribuiți. Proiectare și analiză. (2)</b> Algoritmi paraleli și distribuiți de înmulțire a matricilor.  -Timp alocat <b>3 ore</b>	Prelegere Dezbateri Studiu de caz	Tabla, Calculator, Videoproiector.
11.	<b>Exemple de algoritmi paraleli și distribuiți. Proiectare și analiză. (3)</b>	Prelegere Dezbateri	Tabla, Calculator,

	Algoritmi paraleli și distribuiți de sortare (partea I). -Timp alocat <b>3 ore</b>		Videoproector.
12.	<b>Exemple de algoritmi paraleli si distribuiți. Proiectare și analiză. (4)</b> Algoritmi paraleli și distribuiți de sortare (partea II) -Timp alocat <b>3 ore</b>	Prelegere Dezbateri Studiu de caz	Tabla, Calculator, Videoproector.
13.	<b>Exemple de algoritmi paraleli si distribuiți. Proiectare și analiză. (5)</b> Studiu de caz: Algoritmul Floyd paralel pentru prelucrare grafuri. -Timp alocat <b>3 ore</b>	Prelegere Dezbateri Studiu de caz	Tabla, Calculator, Videoproector.
14.	<b>Algoritmi de paralelizare instrucțiuni programe software</b> Paralelism la nivelul expresiilor aritmetice. Paralelism la nivelul instrucțiunilor. -Timp alocat <b>3 ore</b>	Prelegere Dezbateri Studiu de caz	Tabla, Calculator, Videoproector.

#### Bibliografie

- Petre Angheliescu, Ilie Popa – *Algoritmi de programare paralelă și distribuită*, Editura MATRIX ROM, București, 2008 (disponibila la biblioteca si in laborator).
- Petre Angheliescu, „*Algoritmi paraleli si distribuiti*”, Note de curs, 2022.
- I. Popa – *Introducere în calculul paralel și distribuit*, Algoritmi, Editura MATRIX ROM, București, 2005 (disponibila la biblioteca).
- F. Ionescu – *Principiile calculului paralel*, Editura Tehnică, București, 1999.
- V. Cristea – *Algoritmi de prelucrare paralelă*, Editura MatrixROM, București, 2002.
- C. Croitoru – *Introducere în proiectarea algoritmilor paraleli*, Editura MatrixROM, București, 2002.
- Behrooz Parhami – *Introduction to Parallel Processing. Algorithm and Architectures*, Kluwer Academic Publishers, New York, 2002 (disponibila in laborator).
- Santoro, N. – *Design and Analysis of Distributed Algorithms*, Wiley 2007.
- Gropp W., Lusk E., si Skjellum A. - *Using MPI-2, Portable Parallel Programming with the Message-Passing Interface*, MIT Press, Cambridge, MA., 3rd edition, 2016.
- MPI: *A Message-Passing Interface Standard*, version 3.1. Technical report - Message Passing Interface Forum, University of Tennessee, Knoxville, Iunie 2015.
- Maarten van Steen, Andrew S. Tanenbaum – *Distributed Systems*, Third edition Version 3.03, ISBN: 978-90-815406-2-9, 2020 (<https://www.distributed-systems.net/index.php/books/distributed-systems-3rd-edition>).
- MPI.NET <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=100593>.
- Petre Angheliescu, “*Parallel optimization of program instructions using genetic algorithms*”, Journal Computers, Materials & Continua, ISSN: 1546-2218, eISSN: 1546-2226, vol. 67, no.3, pp. 3293–3310, martie 2021 (disponibilă pe Internet la adresa web: <https://www.techscience.com/cmc/v67n3/41625>).

8.2. Aplicații – Laborator		Metode de predare	Observații Resurse folosite
1.	Introducere în programare paralelă și distribuită - standardul MPI. Utilizarea bibliotecii MPI în VStudio .Net, comunicarea prin mesaje, arhitecturi pipeline. -Timp alocat <b>4 ore</b>	Studiul de caz Exercițiul Lucrul în grup Dezbateri	Rețea locală de calculatoare (minim 15 stații), Internet, Libraria pentru comunicarea prin mesaje MPI, Visual Studio .NET (C#, Visual C++) instalate pe fiecare stație de lucru
2.	Standardul MPI. Comunicarea prin mesaje – continuare laborator precedent, tipuri de date și funcții. -Timp alocat <b>4 ore</b>		
3.	Algoritmi paraleli și distribuiți de înmulțire a matricelor cu vectori. -Timp alocat <b>4 ore</b>		
4.	Algoritmi paraleli și distribuiți de înmulțire a matricelor. -Timp alocat <b>4 ore</b>		
5.	Algoritmi paraleli și distribuiți de sortare. -Timp alocat <b>4 ore</b>		
6.	Algoritmi paraleli și distribuiți pentru prelucrare grafuri. -Timp alocat <b>4 ore</b>		
7.	Proba practica. Verificarea cunoștințelor și a deprinderilor practice dobândite de fiecare student. -Timp alocat <b>4 ore</b>	Exercițiul	

#### Bibliografie

- Petre Angheliescu, Ilie Popa – *Algoritmi de programare paralelă și distribuită*, Editura MATRIX ROM, București, 2008 (disponibila la biblioteca si in laborator).
- I. Popa – *Introducere în calculul paralel și distribuit*, Algoritmi, Editura MATRIX ROM, București, 2005 (disponibila la biblioteca).
- Behrooz Parhami – *Introduction to Parallel Processing. Algorithm and Architectures*, Kluwer Academic Publishers, New York, 2002 (disponibila in laborator).
- Gropp W., Lusk E., si Skjellum A. - *Using MPI-2, Portable Parallel Programming with the Message-Passing Interface*, MIT Press, Cambridge, MA., 3rd edition, 2016.
- MPI: *A Message-Passing Interface Standard*, version 3.1. Technical report - Message Passing Interface Forum, University of Tennessee, Knoxville, Iunie 2015.
- MPI.NET <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=100593>.

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

Atât pentru elaborarea tematicii, cât și pentru alegerea metodelor de predare/învățare, titularul disciplinei a analizat

pe de o parte oferta academică a unor instituții naționale și internaționale de prestigiu de învățământ superior (UT Cluj, UP București, MIT, NPTEL), iar pe de altă parte a avut întâlniri de lucru cu specialiști din producție și angajatori, inclusiv participarea la conferințe și workshop-uri din domeniu. În acest fel, disciplina respectă nivelul impus de rigorile academice și oferă în același timp abilitățile necesare pentru elaborarea specificațiilor hardware și software pentru sisteme de calcul paralele și distribuite și pentru proiectarea, implementarea și evaluarea performanțelor aplicațiilor paralele și distribuite.

#### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Implicare în activități	Initiative și teme	10%
	Test de verificare	Test la jumătatea semestrului	20%
	Evaluare finală	Probă scrisă	50%
10.5 Laborator	Verificarea deprinderilor și abilităților practice dobândite de fiecare student.	Probă practică	20%
10.6 Standard minim de performanță	<p>* Se are în vedere rezolvarea cerințelor de la lucrările de laborator și nota minimă 5 la proba practică.</p> <p>* Set de cunoștințe minime pentru promovarea examenului final:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cunoașterea conceptelor de bază privind: calcul paralel, calcul distribuit, multiprocesor, multicalculator, multi-tasking, multi-threading, comunicare prin mesaje.</li> <li>- Cunoașterea taxonomiei și a paradigmelor de programare paralelă.</li> <li>- Cunoașterea parametrilor de performanță ai procesării paralele și înțelegerea complexității algoritmilor paraleli și distribuiți.</li> <li>- Recunoașterea problemelor ce se pretează a fi rezolvate cu algoritmi paraleli.</li> <li>- Realizarea efectivă a unei aplicații paralele/distribuite folosind instrumentele specifice domeniului și librăria pentru transferul de mesaje MPI.</li> </ul>		

Data completării  
12.09.2022

Titular de curs  
Conf. dr. ing. Petre ANGHELESCU

Titular de laborator  
Conf. dr. ing. Petre ANGHELESCU

Data avizării în departament  
15.09.2022

Director de departament  
Prof.univ.dr. ing. Gheorghe SERBAN