

	CURRICULUMUL UNITĂȚII DE CURS/MODULULUI	COD: S.07.A.051
	PROGRAMAREA APLICAȚIILOR DISTRIBUITE	DATA: 30.05.2017 PAGINA: 1/14

FACULTATEA CALCULATOARE, INFORMATICĂ ȘI MICROELECTRONICĂ

DEPARTAMENTUL INGINERIA SOFTWARE ȘI AUTOMATICĂ

APROBAT

la ședința Departamentului ISA

nr __ din _____

Șef departament

FIODOROV Ion

conf. univ., dr.

APROBAT

la ședința Consiliului Facultăți CIM

nr __ din _____

Președintele Consiliului CIM

CIORBĂ Dumitru,

conf. univ., dr.

Program de studiu: 0714.4 Automatică și Informatică

Denumirea unității de curs: L.A.027 Programarea aplicațiilor distribuite

Beneficiari Studenții anului IV,
învățământ cu frecvență

Ciclul de învățământ: Studii superioare de Licență, ciclul I

Numărul de credite ECTS: 4 (60 ore în auditoriu și 60 ore de activități individuale ale studentului, 1 credit = 15 ore de activități în auditoriu și 15 ore de activități individuale ale studentului)

Titularul unității de curs: conf. univ., dr. Dumitru CIORBĂ

semnătura titularului de curs

	CURRICULUMUL UNITĂȚII DE CURS/MODULULUI	COD: S.07.A.051
	PROGRAMAREA APLICAȚIILOR DISTRIBUITE	DATA: 30.05.2017 PAGINA: 2/14

I. PRELIMINARII

Cursul Programarea Aplicațiilor Distribuite își propune familiarizarea studenților cu noțiunile necesare pentru proiectarea și programarea unui sistem de calcul distribuit.

Cursul demarează cu prezentarea conceptelor de bază, după care sunt prezentate mecanismele esențiale de interacțiune dintre proceselor distribuite. În cadrul cursului se descriu arhitecturi de înaltă performanță utilizate în sistemele moderne de calcul.

Scopul cursului este ca studenții să obțină o perspectivă asupra domeniului enunțat, să înțeleagă direcția în care evoluează acest domeniu și care sunt punctele de referință în următorii ani, să înțeleagă noțiunile de bază necesare și să poată să aplice cunoștințele obținute în practică la crearea sistemelor complexe.

Obiectivele studierii cursului sunt: investigarea cerințelor arhitecturale și de programare specifice sistemelor moderne distribuite, oferind informațiile necesare aplicării diverselor concepte studiate pentru proiectarea de sistem, cât și pentru dezvoltarea unor algoritmi și aplicații.

II. PRECONDIȚII DE ACCES LA UNITATEA DE CURS/MODUL

Pentru a atinge obiectivele cursului studenții trebuie să posede abilități acumulate la disciplinele anterioare acoperind un spectru larg de domenii: Programarea calculatoarelor, Structuri de date și algoritmi, Arhitectura calculatoarelor, Limbaje formale și automate, Sisteme de operare, Programarea orientată pe obiecte, Analiza și modelarea orientată pe obiecte, Programarea în rețea. Conform competențelor printre condițiile esențiale se pot enumera aplicarea limbajelor de programare, a mediilor de modelare și dezvoltare, a metodologiilor pentru crearea de software etc.

III. COMPETENȚELE CARE URMEAZĂ A FI DEZVOLTATE

Competențele obținute de această unitate de curs vor fi utilizate în cadrul proiectării de licență și proiectării sistemelor informatice complexe distribuite. Unitatea de curs prevede formarea următoarelor competențe profesionale și transversale:

	CURRICULUMUL UNITĂȚII DE CURS/MODULULUI	COD: S.07.A.051
	PROGRAMAREA APLICAȚIILOR DISTRIBUITE	DATA: 30.05.2017 PAGINA: 3/14

Competențe
profesionale

C3 Privind măsurile de securitate și control

- Cunoașterea și înțelegerea mecanismelor de securitate a proceselor în sisteme distribuite
- Cunoașterea și înțelegerea tehnologiilor de securitate utilizate în sistemele distribuite
- Identificarea tehnologiilor potrivite pentru descentralizări (date, control, hardware) în aplicațiile software

C4 Privind metodele și tehnologiile de dezvoltare a soluțiilor de securitate

- Înțelegerea etapelor și tehnicilor de realizare a aplicațiilor distribuite sigure
- Formarea capacității de analiză și specificare a cerințelor de securitate și de proiectare a sistemelor distribuite
- Cunoașterea și înțelegerea principiilor de securitate în programare distribuită
- Cunoaștere și utilizarea diverselor limbaje pentru dezvoltarea de aplicații distribuite
- Aplicarea corespunzătoare a tehnicilor de programare distribuită la dezvoltarea aplicațiilor sigure

C5 Privind arhitectura și infrastructura sistemelor de securitate

- Cunoașterea și utilizarea adecvată a noțiunilor specifice sistemelor distribuite
- Cunoașterea claselor de sisteme distribuite

Competențe
transversale

CT2. Identificarea, descrierea și derularea activităților organizate într-o echipă cu dezvoltarea capacităților de comunicare și colaborare, dar și cu asumarea diferitelor roluri (de execuție și conducere)

IV. ADMINISTRAREA UNITĂȚII DE CURS

Codul disciplinei	Anul predării	Semestrul	Numărul de ore				Evaluarea		
			Prelegeri	Seminare	Lucrări practice	Lucrul individual	Credite	Curentă	Finală
L.A.027	Învățământ cu frecvență								
	IV	VII	45		15	60	4	2 atestări	examen

	CURRICULUMUL UNITĂȚII DE CURS/MODULULUI	COD: S.07.A.051
	PROGRAMAREA APLICAȚIILOR DISTRIBUITE	DATA: 30.05.2017 PAGINA: 4/14

V. REZULTATELE ÎNVĂȚĂRII, CONȚINUTURI ȘI METODE DIDACTICE APLICATE

Conținutul unității de curs grupat pe tematică se prezintă conform celor ce urmează.

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redușă
Tematica prelegerilor		
T1. Sisteme distribuite: clasificare și caracteristici fundamentale	2	-
T2. Arhitectura software și sistemele distribuite	4	-
T3. Comunicarea în rețea: transportul datelor în sistemele distribuite	2	-
T4. Distribuirea: spații de descentralizare	2	-
T5. Concurența: proprietate inerentă sistemelor distribuite	2	-
T6. Date semi-structurate: remediu pentru distribuirea datelor	4	-
T7. Tehnologii pentru date distribuite	2	-
T8. Sisteme distribuite bazate pe obiect	4	-
T9. Sisteme web distribuite	4	-
T10. Sisteme distribuite bazate pe schimb de mesaje	2	-
T11. Sinteza tehnicilor și tehnologiilor de dezvoltare a sistemelor distribuite	2	-
Total prelegeri:	30	-
Tematica lucrărilor de laborator		
LL1. Tehnici asincrone de procesare date	4	-
LL2. Agent de mesagerie	4	-
LL3. Colecții de date distribuite	4	-
LL4. Arhitecturi data-centrice	6	-
LL5. Invocarea la distanță independentă de platformă	4	-
LL6. Servicii web: stilul arhitectural REST	4	-
LL7. Integrarea sistemelor distribuite utilizând cozile de mesaje	4	-
Total lucrări de laborator/seminare:	30	-

Conținutul unității de curs grupat pe competențe se prezintă conform celor ce urmează.

Rezultatele învățării. Studentul trebuie:	Conținuturi		Metode de predare	Realizarea în timp (ore)*			
	Prelegeri	Lucrări de laborator		învățământ cu frecvență		învățământ cu frecvență redușă	
				prelegeri	I. pr./ lab.	prelegeri	I. lab
1	2	3	4	5	6	7	8
Să cunoască: <i>Istorie și necesitate. Apariția programărilor concurente și distribuite. Motivarea pentru descentralizare. Modele de descentralizare (Enslow, Jensen). Factori de influență a programării distribuite. Modele de programare.</i> Să fie capabil: <i>să înțeleagă conceptele de bază ale distribuirii și de modele de programare; să determine factorii ce pot influența aplicarea paralelismului în calcul.</i>	Sisteme distribuite: clasificare și caracteristici fundamentale	Tehnici asincrone de procesare date	<i>Pentru prelegere:</i> Expunerea, conversația. <i>Pentru lucrare de laborator:</i> Problematizarea; tehnici de învățare prin simulare pe calculator și interactiv-creativă.	2	4	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8
Să cunoască: Definiția arhitecturii software. Standardul IEEE 1471 pentru descrieri arhitecturale. Stilurile arhitecturale aplicabile sistemelor software distribuite Să fie capabil: Să selecteze și să aplice stiluri arhitecturale distribuite în corespundere cu domeniul problemei	Arhitectura software și sistemele distribuite	Agent de mesagerie Să cunoască Stilul arhitectural bazat pe mesaje de construire a aplicațiilor distribuite. Șabloane de implementare a agentului de mesagerie. Să implementeze interacțiuni ale unor componente de sistem distribuite în baza unor modele bazate pe interschimb de mesaje	Pentru prelegere: Expunerea, conversația. Pentru lucrare de laborator: Problematizarea; tehnici de învățare prin simulare pe calculator și interactiv-creativă.	4	4	-	-
Să cunoască: Metodele și librăriile de limbaj destinate transportului de date: unicast/multicast – UDP și stream – TCP; structuri de limbaj JAVA/.Net destinate procesării colecțiilor de date Să fie capabil: Metodele și librăriile de limbaj destinate transportului de date: unicast/multicast – UDP și stream – TCP; structuri de limbaj JAVA destinate procesării colecțiilor de date (Stream API)	Comunicarea în rețea: transportul datelor în sistemele distribuite		Pentru prelegere: Expunerea, conversația.	2		-	-

1	2	3	4	5	6	7	8
Să cunoască: Aspecte software și hardware ale distribuirii. Spațiile de analiză a distribuirii ale lui Enslow și Jensen. Rețele de interconectare și organizarea memoriei la sistemele multiprocesor. Operații primitive pentru transferul de informații. Rețele de interconectare. Memoria întrețesută. Memoria partajată. Memoria distribuită. Să fie capabil: Să ofere analize multidimensionale ale unor sisteme distribuite.	Distribuirea: spații de descentralizare		Pentru prelegere: Expunerea, conversația.	2		-	-
Să cunoască: Motivarea pentru concurență și paralelism. Concepte de bază: executare secvențială, concurentă și paralelă; procese și procesoare; determinism; sincronizare; excludere mutuală; comunicare Să fie capabil: să înțeleagă conceptele de bază ale concurenței și paralelismului. să înțeleagă principiile de creare și execuție a proceselor/firelor de execuție în cadrul sistemelor concurente; să utilizeze tehnicile de sincronizare în cadrul aplicațiilor concurente Java/C#.	Concurența: proprietate inerentă sistemelor distribuite	Colecții de date distribuite	Pentru prelegere: Expunerea, conversația. Pentru lucrare de laborator: Problematizarea; tehnici de învățare prin simulare pe calculator și interactiv-creativă.	2	4	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8
Să cunoască: Modelele esențiale pentru date semi-structurate. Structuri XML. Definirea unui document XML (DTD și XML Schema). Modele pentru procesarea datelor XML (DOM/ SAX). Modelul JSON în distribuirea datelor. Să fie capabil: Să definească un document XML utilizând DTD/ XML Schema; să înțeleagă tehnicile esențiale de procesare a datelor XML și JSON	Date semi-structurate: remediu pentru distribuirea datelor	Arhitecturi data-centrice	Pentru prelegere: Expunerea, conversația. Pentru lucrare de laborator: Problematizarea; tehnici de învățare prin simulare pe calculator și interactiv-creativă.	4	6	-	-
Să cunoască: soluții tehnologice pentru suportul distribuirii datelor; cadrul tehnologic Apache Hadoop pentru procesarea și stocarea date distribuite Să fie capabil: să selecteze setul minim de aplicații pentru definirea unei platforme tehnologice de distribuire	Tehnologii pentru date distribuite		Pentru prelegere: Expunerea, conversația.	2		-	-

1	2	3	4	5	6	7	8
Să cunoască: <i>Modele de invocare la distanță. Arhitectura Remote Methode Invocation (Java RMI). Mecanisme RMI. Modelul obiectual distribuit. Serializare. Arhitectura .Net Remoting (.Net Framework). Interacțiune asincronă utilizând .Net Remoting. Apache Thrift: invocări la distanță independente de platformă. Motivarea pentru utilizarea șabloanelor la proiectarea sistemelor distribuite. Patru aspecte de bază ale proiectării: accesul la servicii (service access), tratarea evenimentelor(event handling), gestionarea concurenței (concurrency), sincronizarea (synchronization).</i> Să fie capabil: <i>să înțeleagă tehnologiile .Net Remoting , Java și Apache Thrift de dezvoltare a unor aplicații concurente și distribuite utilizând modelul invocării la distanță. să aplice șabloanele esențiale de proiectare a concurenței într-un context obiectual</i>	Sisteme distribuite bazate pe obiect	Invocarea la distanță independentă de platformă	<i>Pentru prelegere: Expunerea, conversația.</i> <i>Pentru lucrare de laborator: Problematizarea; tehnici de învățare prin simulare pe calculator și interactiv-creativă.</i>	4	4	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8
Să cunoască: Modele de interacțiune în sisteme distribuite utilizând tehnologii Web. Aplicarea protocolului HTTP. Servicii Web bazate pe SOAP. Servicii Web bazate pe REST. Tehnologii și instrumente de dezvoltare ale aplicațiilor Web distribuite. Să fie capabil: Să selecteze tehnologia potrivită pentru dezvoltarea unei aplicații distribuite Web și să o aplice în conformitate cu platforma generală a sistemului în elaborare	Sisteme web distribuite	Servicii web: stilul arhitectural REST	<i>Pentru prelegere: Expunerea, conversația.</i> <i>Pentru lucrare de laborator: Problematizarea; tehnici de învățare prin simulare pe calculator și interactiv-creativă.</i>	4	4	-	-
Să cunoască: Tehnologii și metode de integrare a componentelor utilizând sisteme bazate pe cozi de mesaje; Să fie capabil: Să aplice tehnologia RabbitMQ în integrarea componentelor de sistem	Sisteme distribuite bazate pe schimb de mesaje	Integrarea sistemelor distribuite utilizând cozile de mesaje	<i>Pentru prelegere: Expunerea, conversația.</i> <i>Pentru lucrare de laborator: Problematizarea; tehnici de învățare prin simulare pe calculator și interactiv-creativă.</i>	2	4	-	-
Să cunoască: Tendințele actuale în proiectarea și programarea aplicațiilor distribuite; Să fie capabil: să înțeleagă procesele moderne de dezvoltare a aplicațiilor distribuite	Sinteza tehnicilor și tehnologiilor de dezvoltare a sistemelor distribuite		<i>Pentru prelegere: Expunerea, conversația.</i>	2		-	-

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	CURRICULUMUL UNITĂȚII DE CURS/MODULULUI	COD: S.07.A.051 DATA: 30.05.2017 PAGINA: 11/14
	PROGRAMAREA APLICAȚIILOR DISTRIBUITE	

VI. SUGESTII PENTRU ACTIVITATEA INDIVIDUALĂ A STUDENȚILOR

Din perspectiva arhitecturală și tehnologică aplicațiile distribuite pot fi clasificate în diverse grupuri, care implică abordări specifice de dezvoltare și mentenanță. Recomandarea generală pentru studenții unității de curs să studieze tehnologiile pentru aplicațiile distribuite într-un spațiu cel puțin al trei „dimensiuni” (Enslow): date, control și hardware. Acest fapt va permite o mult mai ușoară decuplare a componentelor elaborate. Deși lucrările de laborator acoperă diverse stiluri arhitecturale și paradigme de elaborare, în vederea unei dezvoltări profesionale durabile este binevenit *studiul în profunzime* a) al tehnologiilor de invocări la distanță (Protobuf, Avro etc.), sistemelor de *message queue* (ActiveMQ, RabbitMQ, ZeroMQ etc.), cadrelor de programare orientate pe servicii specifice limbajelor (altele decât acelea studiate), sisteme de fișiere distribuite (HDFS/Hadoop) și alte subiecte primare ale cursului de *programare a aplicațiilor distribuite*, pe deoparte, și b) al teorii sistemelor distribuite (modele de calcul distribuit, cauzalitate, timp logic, colaborare/consensus etc.)

VII. EVALUAREA UNITĂȚII DE CURS

Curentă		Proiect de an	Examen final
Atestarea 1	Atestarea 2		
30 %	30 %	-	40%
Standard minim de performanță			
Prezența și activitatea la prelegeri și lucrări de laborator; Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre atestări și lucrări de laborator; Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii proceselor și tehnologiilor de bază aplicate la dezvoltarea aplicațiilor distribuite			

VIII. LISTA DE SUBIECTE PENTRU EVALUĂRI PERIODICE ȘI CEA FINALĂ

- 1) Sisteme distribuite (SD): caracteristici fundamentale
 - a) Premize pentru dezvoltarea unor aplicații distribuite;
 - i) Contextul dezvoltării tehnologiilor pentru sisteme distribuite (microprocesoarele, memoria, stocarea, transfer date);
 - b) Domenii de aplicabilitate și aplicații asociate;
 - c) Concepte arhitecturale
 - (1) Definiții ale arhitecturii
 - (2) Modelul arhitectural Kruchten „4+1”
 - (3) Standardul de arhitecturare ANSI/IEEE-1471
 - ii) Stiluri arhitecturale
 - (1) Layered
 - (2) Data Flow
 - (3) Data-centered

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	CURRICULUMUL UNITĂȚII DE CURS/MODULULUI	COD: S.07.A.051
	PROGRAMAREA APLICAȚIILOR DISTRIBUITE	DATA: 30.05.2017 PAGINA: 12/14

- (4) Adaptation
 - (5) User Interaction
 - (6) Component Interaction
 - (7) Distribution
- 2) Comunicarea în rețea:
 - a) Ierarhii de servicii în sistemele de comunicații,
 - b) Protocoale de transport (TCP și UDP),
 - c) Sockets - interfață către serviciile de rețea pentru programarea aplicațiilor,
 - d) Broadcasting, multicasting, unicasting;
- 3) Spații de descentralizare
 - a) Spațiul distribuit Ensflow;
 - i) Descentralizarea în date
 - ii) Descentralizarea controlului
 - iii) Descentralizarea hardware
 - (1) Clasificarea Flynn
 - (2) Concretizarea MIMD:
 - (3) Calculatoare cu memorie comună și distribuită
 - (4) Clasificarea Skillycorn
 - b) Spațiul descentralizării controlului al lui Jensen;
- 4) Concurența: proprietate inerentă sistemelor distribuite
 - a) Modele de programare
 - i) perspectiva comunicării dintre componente (Shared memory, ...)
 - ii) perspectiva partiționării datelor și/sau algoritmilor
 - iii) Modele multi-threading pentru tratarea cererilor;
 - b) Arhitecturarea și concurența.
 - i) Definiția concurenței;
 - ii) Avantajele și dezavantajele unei arhitecturi concurente;
 - iii) Efectele laterale ale nedeterminismului (deadlock, livelock, starvation, race condition);
 - iv) Platforme pentru concurență. Implementarea firelor de execuție (în limbaje Java, C#, ...)
- 5) Tehnici de procesare a colecțiilor
 - a) Stream API/Java 8
 - b) Linq/C#
- 6) Date semi-structurate: remediu pentru datele distribuite
 - a) Contextul de interschimb date și clasificarea formatelor de date (structurate, semistructurate, nedefinite);
 - b) Formate ad-hoc (avantaje dezavantaje)
 - i) per simboluri speciale
 - ii) per poziții
 - c) Date semi-structurate:
 - i) motivație,
 - ii) problema adresată, caracteristici...
 - d) XML și JSON: diferențe și similitudine
 - e) JSON (generalități, reprezentări de date)
 - f) XML (generalități, declarația de document, reguli de bază pentru definirea unui document XML);
 - g) Definirea unui document XML

	CURRICULUMUL UNITĂȚII DE CURS/MODULULUI	COD: S.07.A.051
	PROGRAMAREA APLICAȚIILOR DISTRIBUITE	DATA: 30.05.2017 PAGINA: 13/14

- i) Modele DTD - declarații de elemente și atribute
 - ii) XML schema - elemente simple și complexe, atribute
- h) Expresii XPATH pentru selecții
- i) Modele generale de analiză XML
 - i) Modelul DOM. Noduri XML
 - ii) Modelele stream-based Push și Pull
- j) Tehnologii pentru XML
 - i) Procesarea explicită a documentelor XML
 - (1)
 - (2) .Net - XmlDocument (DOM-based), Linq to XML, XmlReader/XmlWriter, XPathNavigator
 - ii) Procesarea implicită a documentelor XML
 - (1) Java - JAXB
 - (2) .Net - XmlSerializer
- 7) Tehnologii pentru date distribuite semi-structurate: baze de date nerelaționale
 - a) Motivele aplicării bazelor de date nerelaționale
 - b) Teorema CAP a lui Brewer
 - c) Principiile ACID versus BASE în perspectiva sistemelor distribuite
 - d) Modele esențiale NoSql
 - i) Cheie/Valoare
 - ii) Orientate pe coloane
 - iii) Orientate pe documente
 - iv) Orientate pe grafuri
- 8) Servicii web
 - a) Protocolul HTTP: metode și antete
 - b) Stilul arhitectural REST
 - c) Caching și proxying
 - i) Caching în sistemele distribuite
 - ii) HTTP caching
 - iii) Forward Proxy vs Reverse Proxy
 - d) Cadre de programare ce facilitează dezvoltarea orientată pe web servicii
 - i) Java/ JAX-RS - cadrul Jersey
 - ii) .Net/ ASP.Net Web API

IX. REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

Principale	1. A. S. Tanenbaum, M. van Steen, Distributed Systems. Principles and paradigms, Prentice Hall, 2007. 2. Bass L., Clements P., Kazman R. Software Architecture in Practice, Addison Wesley, 2003 3. Păunescu F., Goleșteanu D.P. Sisteme cu prelucrare distribuită și aplicațiile lor, București, Editura Tehnica, 1993 -560 p. 4. George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg, Distributed Systems Concepts and, Addison-Wesley, 2012. 5. Карпов Л. Е., Архитектура распределенных систем программного обеспечения. Учебное пособие, М.: МАКС Пресс, МГУ, 2007. 6. Boian F. Programarea distribuită în Internet Metode și aplicații, Cluj-Napoca, Editura Albastră, 2000 – 450 p.
------------	--

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	CURRICULUMUL UNITĂȚII DE CURS/MODULULUI	COD: S.07.A.051
	PROGRAMAREA APLICAȚIILOR DISTRIBUITE	DATA: 30.05.2017 PAGINA: 14/14

Suplimentare	7. V. Kumar, A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, Introduction to Parallel Computing, Benjamin-Cummings, 2003 8. Bruce Eckel, Thinking in Java, Prentice Hall, 2003 9. Niculaescu V., Programarea în Web, București, Jamșa-PRESS, 1998 10. Georgescu H., Programare concurentă. Teorie și aplicații, București, Editura Tehnică, 1996 – 212 p. 11. Joseph Albahari, Threading in C# (online), http://www.albahari.com/threading/ 12. Oracle Corp., The Java™ Tutorials. Concurrency (online), http://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/concurrency/index.html
--------------	---