



## **Programul de master Sisteme de Calcul Paralele și Distribuite**

### **Descrierea disciplinelor din planul de învățământ**

#### **Programare Paralelă**

Cursul de programare paralela prezinta o serie de paradigme de programare paralela prezentate in contextul arhitecturilor de ultima ora cu suport pentru procesare paralela. Se incepe cu o descriere generala a paradigmelor de programare paralela din punct de vedere al modelelor de executie, a productivitatii, performantei si al portabilitatii. Se prezinta caracteristicile generale ale modelelor de comunicare, sincronizare, de consistenta a memoriei si a sistemelor runtime. In acest context teoretic, in a doua parte a cursului, se prezinta cu exemple practice o serie de paradigme de programare cu memorie partajata (OpenMP, PThreads, Cilk, TBB, HPF, Chapel, Fortress, Stapl), distribuita (MPI, Charm++, Stapl), in spatiu de adresare global (UPC, X10), si respectiv a unor modele de de programare paralela atipice (Linda, MapReduce, MATLAB DCE). Se presupun cunoscute notiuni fundamentale de arhitectura sistemelor de calcul, sisteme de operare, algoritmi paraleli si distribuiti si compilatoare.

#### **Securitatea Calculatoarelor și Rețelelor**

Cursul Securitatea Calculatoarelor și Rețelelor acoperă problematica securității calculatoarelor și rețelelor, pornind de la tehnici avansate criptografice, algoritmi inovativi, protocoale și politici de securitate de ultimă generație, infrastructuri de asigurare a încrederii și tehnologii specifice de securizare a rețelelor.

La sfârșitul cursului studenții vor putea: să dezvolte o politică de securitate cuprinzătoare ce va asigura siguranța serviciilor oferite, să recunoască diversele amenințări și vulnerabilități atât la nivelul rețelei cât și la nivelul sistemului de operare, să recunoască diversele tipuri de atacuri și să asigure mitigarea acestora, să identifice vulnerabilitățile echipamentelor de nivel doi și trei, cât și să implementeze o soluție ce asigură un grad cât mai înalt de securitate pentru acestea, să monitorizeze rețeaua, serverele și stațiile de lucru pentru a identifica și a opri atacurile, să înțeleagă și să configureze un firewall cât și un sistem IDS/IPS și să descrie funcționalitatea și



configurarea unui sistem AAA.

Acest curs are o importantă componentă practică, ce include: configurarea ruterele ce definesc perimetrul rețelei cu ajutorul setului de instrucțiuni specifice asigurării unui grad cât mai înalt de securitate, configurarea echipamentelor de nivel doi și trei, într-un mod cât mai sigur, configurarea unui firewall pentru a permite efectuarea operațiilor de bază în rețea, configurarea unui sistem IDS/IPS, configurarea unui sistem AAA, atât pe rutere cât și pe switch-uri.

## **Metode și Algoritmi de Planificare în Sisteme Distribuite**

Cursul are următoarele obiective: Clasificarea problemelor de planificare; Atribute specifice algoritmilor și modelelor de planificare; Complexitatea algoritmilor de planificare; Sisteme de planificare și gestiune a resurselor; Rezervarea și co-alocarea resurselor; Politici de planificare; Algoritmi și metode clasice de planificare: planificarea activităților pe un singur procesor; Planificarea în sisteme paralele; Planificare în sisteme distribuite; Planificarea activităților cu dependențe; Metode de optimizare și analiză a performanțelor; Toleranță la defecte și replanificare. Aplicațiile au ca obiective, analiza, implementarea și testarea unor algoritmi de planificare prezentați. Se dorește de asemenea crearea unui context de implementare a politicilor de planificare. Optimizarea metodelor de planificare prin implementarea unor tehnici de optimizare va constitui un alt obiectiv al aplicațiilor practice. Se vor studia de asemenea aplicații ale algoritmilor de planificare: planificarea cursurilor și examenelor, planificarea mijloacelor de transport terestre, planificarea avioanelor.

## **Sisteme distribuite**

Cursul urmărește cunoașterea și integrarea principalelor concepte, principii, modele și tehnici de aplicare pentru dezvoltarea sistemelor de programe distribuite. Un alt obiectiv este creșterea capacității studenților de a utiliza aceste abilități în modelarea și proiectarea unor componente software ale sistemelor distribuite, în implementarea programelor middleware folosind tehnologii actuale, evaluarea modului în care sistemele elaborate satisfac criteriile pentru care au fost gândite și optimizarea performanțelor soluțiilor prin utilizarea instrumentelor și metodelor ingineresti învățate.

Conținutul cursului: Modele și arhitecturi de sisteme dinamice distribuite pe scară largă. Sisteme P2P pentru distribuție de conținut: arhitecturi structurate și nestructurate, metode de căutare; tehnici de replicare dinamică a conținutului; anonimitatea și managementul reputației. Sisteme distribuite dirijate de evenimente: arhitecturi, componente; procesarea evenimentelor complexe, modelele ECA (event, condition, action) și automate finite cu intervale de timp (interval



timestamps); motoare inteligente de procesare a evenimentelor. Cloud computing: provizionarea automată a resurselor, optimizarea utilizării resurselor; gestiunea energiei; securitatea datelor; tehnici pentru stocarea și managementul datelor; modele de calcul intensiv, MapReduce. Sisteme distribuite bazate pe context: sesizarea, transmiterea și prelucrarea informației de context; modele de context bazate pe ontologii; securitate și intimitate.

## **Sisteme de calcul de tip Cluster si GRID**

Cursul acopera conceptele specifice sistemelor de tip Cluster si prelucrari bazate pe sisteme GRID.

Sunt prezentate conceptele de baza ale sistemelor cluster, o noua abordare a sistemelor de prelucrare paralela si distribuita, ca o colectie de sisteme heterogene independente care coopereaza la rezolvarea unei problem complexe privita ca o singura resursa de calcul. Cursul prezinta tipurile de cluster, arhitectura cluster, noile abordari ale sistemelor de operare specifice prelucrării distribuite, suportul pentru interconectarea componentelor din cluster, mediile de programare in cluster, instrumente pentru monitorizare si analiza performantelor. Cursul prezinta esenta arhitecturii GRID, utilizarea arhitecturii de retea flexibila , partajarea surselor de calcul, si a datelor. Sunt prezentate tehnologiile Grid, arhitectura flexibila deschisa, aspectele generale ale componentelor de baza care permite interoperarea intre resursele Grid. Sunt prezentate pricipalele caracteristici ale sistemelor de tip Grid privind distributia pe arie geografica larga, eterogenitatea, partajarea rsurselor, politici de adminstrare, accesul transparent, consistenta. Este prezentat un exemplu de mediu de calcul Grid bazat pe agregarea si partajarea resurselor precum si arhitectura Grid pentru economie computationala. Este prezentata arhitectura Grid ierahica baza pe niveluri standardizate.

In partea a doua a cursului studentii aleg o tema referitoare la aplicarea sistemelor de tip Grid si prezinta public analiza efectuata.

## **Algoritmi distribuiti**

Algoritmii distribuiti sunt un domeniu extrem de actual si de important pentru Stiinta Calculatoarelor. Acesta este un curs de nivel master, in care se presupune ca studentii detin deja cunostiinte de baza despre notiunile si modelele fundamentale ale algoritmilor distribuiti. In primul rand vom vorbi despre oridine cauzala si ordine totala, prezentand problemele care apar in sistemele reale ai vorbind despre motivele pentru care solutiile traditionale nu vor functiona in toate cazurile. Vom prezenta apoi pe rand solutiile posibile si vom studia in detaliu unele din cele mai importante articole de cercetare aparute pe aceste domenii. In continuare, un exemplu



particular al unei aplicații distribuite, și anume o aplicație colaborativă de editare de texte va fi discutată și vom vedea cum putem relaxa condițiile impuse de ordine totală pentru acest caz particular, introducând noțiunea de transformare operațională. În final, vom discuta despre consens distribuit și despre sisteme peer to peer.

## **Metode Avansate în Sisteme Distribuite**

Sistemele distribuite pe scară largă sunt prezente în viața noastră de zi-cu-zi, făcând posibile aplicații precum căutare, cumpărături online sau social networking. Aceste aplicații sunt optimizate pentru a rula pe mii de mașini în datacenters și procesează petabytes de date pentru a răspunde cererilor utilizatorilor într-un timp cât mai scurt. Acest curs discută toate aspectele acestor aplicații, urmărind cercetarea de actualitate din domeniu.

Cursul începe prin a discuta infrastructura sistemelor distribuite cu subiecte precum virtualizare, protocoale și topologii noi de rețea, sisteme de fișiere distribuite, și memorie distribuită. Cursul discută apoi unele moderne pentru dezvoltarea aplicațiilor distribuite incluzând populara paradigmă Map/Reduce precum și propune mai recente de calcul în memorie (Spark). Aplicații distribuite pe scară largă sunt discutate la final, incluzând căutare, sisteme de stocare cheie-valoare și baze de date distribuite. O atenție specială este acordată aspectului practic: cursul este acompaniat de ore de laborator unde studenții pot experimenta și aprofunda conceptele prezentate la curs.

## **Tehnici Avansate în Securitatea Calculatoarelor și a Rețelelor**

Cursul “Tehnici Avansate în Securitatea Calculatoarelor și a Rețelelor” abordează probleme actuale în securitatea calculatoarelor și a rețelelor. Sunt abordate problemele de securitate a informației în format electronic din perspectiva asigurării confidențialității, integrității, autenticității și nonrepudierii informației. Cursul este o continuare a disciplinei “Criptografie” și abordează, din perspectiva aplicativă, tehnicile și protocoalele criptografice (autentificare, partajare a secretului, schimb de chei, canale subliminale), cu aplicații în asigurarea securității poștei electronice, securitatea IP, securitatea WEB și securitatea sistemelor informatice (asigurate prin echipamente tip firewall, IDS, IPS, precum și metode de protecție antivirus). Totodată, sunt prezentate principiile de evaluare a securității modulelor, produselor și aplicațiilor criptografice derivate din perspectiva celor mai bune standarde în domeniu: Cerințele de Securitate pentru Module Criptografice (ISO 19790) și Cerințele Comune pentru Evaluarea Securității Tehnologiilor Informatice (ISO 15408).



## **Sisteme de Operare**

Cursul de Sisteme de Operare își propune stimularea procesului de cercetare și creșterea abilității studenților de a implementa soluții performante prin prezentarea și analiza practică a unor lucrări științifice care tratează concepte avansate din domeniul sistemelor de operare. Cursul are o componentă de dezbateri în care se discută despre aspectele pozitive sau negative ale abordării prezente în articol. Subiectele științifice tratate includ virtualizare, mecanisme avansate de sincronizare, verificarea pachetelor de rețea, analiza pentru detectarea vulnerabilităților, dispozitive mobile.

Laboratorul constă în realizarea unui proiect cu o latură aplicativă însemnată. Echipe de câte două sau trei persoane vor realiza un proiect bazat pe o idee proprie sau pe un articol de specialitate. Finalitatea proiectului este o componentă software și un articol științific în care se vor prezenta proiectul elaborat și rezultatele obținute.

## **Sisteme de Încredere**

Cursul prezintă arhitecturi avansate de sisteme ce oferă caracteristica de sistem de încredere. În cadrul cursului se urmărește dobândirea unui fundament solid (teorie și aplicații practice) privind sistemele ce asigură un grad sporit de fiabilitate, siguranță, disponibilitate, securitate și ușurință de întreținere. Cursul prezintă paradigme moderne legate de dezvoltarea sistemelor de încredere, caracteristici ale unor sisteme de încredere, modele și arhitecturi specifice acestor tipuri de sisteme, tehnici analitice pentru adresarea gradului de încredere a sistemelor, analiza erorilor, gestionarea factorilor de risc, metode pentru creșterea gradului de încredere a sistemelor, detecție și recuperare, evaluarea și reconfigurarea în cadrul arhitecturilor software. În urma parcurgerii acestui curs studenții vor putea să: 1. înțeleagă principiile și modelele dezvoltării unor sisteme de încredere; 2. să analizeze critic gradul de încredere oferit de sisteme; 3. ofere soluții arhitecturale pentru creșterea gradului de încredere oferit de sisteme și aplicații.

## **Cercetare științifică**

Activitatea de cercetare în Sisteme Paralele și Distribuite este dedicată unor teme cu grad de complexitate ridicat, de regulă având legătură cu proiectele de cercetare ale cadrelor didactice care predau la acest modul de master sau cu proiecte derulate în parteneriat cu companiile de profil sau instituțiile partenere. Ea urmărește studiul rezultatelor recente și dezvoltarea unor soluții originale ale problemelor folosind instrumentele științei calculatoarelor în sisteme paralele și distribuite. Se urmărește dezvoltarea spiritului de creativitate, inițiativă și acțiune, precum și



**Universitatea POLITEHNICA  
din București**



**Facultatea de AUTOMATICĂ  
și CALCULATOARE**

actualizarea cunoștințelor profesionale, științifice și tehnice de mare actualitate. Activitatea presupune: prezentarea și discutarea temelor de cercetare, documentarea și elaborare studiului bibliografic, identificarea unei probleme, dezvoltarea soluției, prezentarea și evaluarea rezultatelor obținute, întocmirea raportului final de cercetare.