Administrarea Bazelor de Date
Managementul în Tehnologia Informaţiei

Sisteme Informatice şi Standarde Deschise (SISD)

2009-2010

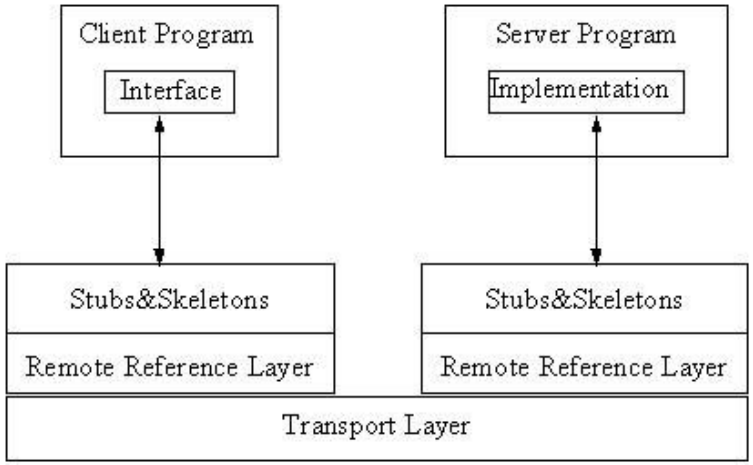
Curs 10

Standarde de realizare şi dezvoltare a aplicaţiilor in sistemele informaţionale*

*Preluare și adaptare din cursul de LPD 2009-2010

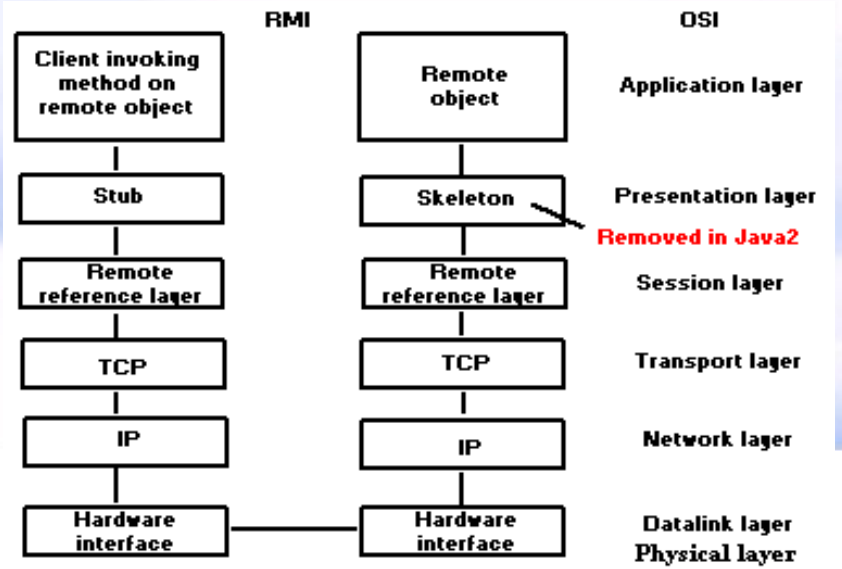
RMI - Introducere

- Extindere a mecanismului RPC
- Se bazează pe modelul client-server
- Mecanism:
  - În maşina virtuală a clientului se foloseşte o clasă care reprezintă server-ul (*stub*)
  - În maşina virtuală a serverului se foloseşte o clasă care reprezintă clientul (*skeleton*)
  - *Stub*-ul şi *skeleton*-ul au rolul de a construi mesajele care se transmit prin reţea



Arhitectura RMI

- Nivele:
  - *stub/skeleton*
  - nivelul referinţelor la distanţă
  - nivelul transportului
- Nivelele sunt independente.
- Obiectele *stub* şi *skeleton* sunt generate pornind de la clasa care implementează serverul.



Condiţii pentru utilizarea RMI

- Mecanismul nu este total transparent.
- Pe maşina clientului trebuie cunoscută interfaţa oferita de server.
- Obiect la distanta (*remote*): obiect aflat pe server, pentru care clientul va apela metodele din interfaţă.
- Obiectele remote sunt diferite de cele obişnuite:
  - `hashCode()` trebuie să producă acelaşi rezultat pentru diferite referiri ale aceluiaşi obiect aflat la distanţă;
  - alt algoritm pentru colectarea memoriei disponibile.

Etape în utilizarea RMI

1. Definirea interfeţei prin care va fi accesat obiectul *remote.*
2. Definirea unei clase care să implementeze interfaţa => obiect *remote.*
3. Generare *stub* şi *skeleton* cu programul rmic.
4. Înregistrarea obiectului *remote* la un serviciu de nume.
5. Clientul interoghează serviciul de nume şi primeşte *stub*-ul.
6. Clientul poate apela metodele obiectului *remote* cu ajutorul *stub*-ului.

Clase şi interfeţe pentru RMI

- Interfaţa `java.rmi.Remote`
  - Trebuie extinsă de orice obiect remote
  - Nu conţine nici o metodă
  - Toate metodele declarate într-o implementare a interfeţei trebuie să anunţe că pot produce excepţia `java.rmi.RemoteException`
- Implementare disponibila pentru `Remote`: `RemoteObject`
  - Clasă abstractă ce poate fi extinsă de obiecte remote
  - Metodele `hashCode()`, `equals()` si `toString()` sunt conforme cu semantica obiectelor la distanţă
  - Subclasa: `RemoteServer`
- Clase ce extind `RemoteServer`: `UnicastRemoteObject`, `Activatable`

Utilitare pentru RMI

- `rmic` – pentru generare de stub şi skeleton:
  - Utilizare: `rmic MyServerImplem`
  - `MyServerImplem` este implementarea pentru interfaţa remote
  - Rezultă `MyServerImplem_Skel.class` şi `MyServerImplem_Stub.class`
- `rmiregistry` – pentru pornirea serviciului de nume
  - Utilizare: `rmiregistry&`
  - Pentru alt port decât cel default (1099):

```
rmiregistry <port>
```

Facilitaţi RMI în J2SE 1.5

- Nu mai este necesară utilizarea `rmic` pentru generarea *stub*-ului si *skeleton*-ului
- Generarea se realizeaza automat la apelul metodei `exportObject()` pentru server.
- Utilizarea `rmic` este necesara numai daca vor exista programe client realizate cu versiuni anterioare ale J2SE

Transferul de argumente pentru RMI

- Pentru obiecte *remote*:
  - se transmite un stub
  - pe client trebuie să existe interfaţa implementată de obiect
- Pentru obiecte “obişnuite”:
  - copiere bazată pe serializare
  - clasa trebuie să fie serializabilă
  - dacă pe client nu există clasa respectivă, va fi importată de pe server

Incărcărea dinamică a claselor în RMI

- Adnotarea claselor: adăugarea, la serializare, de informaţii despre locaţia clasei
- Proprietatea **`java.rmi.server.codebase`**
  - specifica un URL de unde se pot încărca clase
  - poate fi utilizata si la client, si la server
  - daca este utilizata la server, clasele vor fi adnotate cu URL-ul specificat
- **`java.rmi.server.useCodebaseOnly`**
  - încărcarea claselor se face numai din locaţia indicată de codebase
- Exemplu:

```
java -Djava.rmi.server.codebase=http://abc.pub.ro/~user/SDir/
clasaDeStartServer
```

Procesul de încărcare dinamică [Gab99]

- La server:
  - adnotarea claselor: dacă clasa a fost încărcată de la o adresa cunoscută sau dacă este specificată proprietatea *codebase*
  - altfel clasa nu va fi adnotată
- La client:
  - Daca *stub*-ul clasei server există local şi este în CLASSPATH, va fi utilizat; altfel este obţinut de la *registry*
  - Pentru alte clase necesare: rezolvarea – proces invers adnotării
  - La rezolvare se iau în considerare în ordine: CLASSPATH-ul local, adnotarea clasei, proprietatea codebase, un încărcător contextual

Conţinut

- Particularităţi RMI
- Exemple şi aplicaţii
- Activarea obiectelor la distanţă
- Colectarea memoriei disponibile
- Avantaje & dezavantaje RMI

Exemplu 1 – obţinerea unei referinţe către un obiect remote [Ath02]

```
import java.rmi.*;
public interface ServerPisicaInterf extends java.rmi.Remote {
  PisicaInterf referintaPisica() throws java.rmi.RemoteException;
}
```

```
import java.net.*;
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.UnicastRemoteObject;
public class ServerPisicaImplem extends UnicastRemoteObject
    implements ServerPisicaInterf {
  Pisica p = null;
  ServerPisicaImplem(Pisica p) throws java.rmi.RemoteException {
    super();
    this.p = p;
  }
  public PisicaInter referintaPisica()
    throws java.rmi.RemoteException {
    System.out.println("Se transmite " + p.getClass());
    return p;
  }
}
```

Exemplu 1 – obţinerea unei referinţe către un obiect remote [Ath02] – Implementare client

```
import java.rmi.*;
import java.net.*;
public class ClientRMIPisica {
  static public void main(String args[]) {
    System.setSecurityManager(new RMISecurityManager());
    String unde = "rmi://kermit.cs.pub.ro/ServerPisica";
    try {
      Remote robj = Naming.lookup(unde);
      ServerPisicaInterf spi = (ServerPisicaInterf) robj;
      PisicaInterf pi = (PisicaInterf) spi.referintaPisica();
      System.out.println("S-a obtinut referinta la " +
        pi.getClass());
      PisicaObisnuita po = (PisicaObisnuita) pi.obtinePisica();
      po.afiseaza();
    } catch (Exception e) {
      System.out.println("Eroare " + e);
      System.exit(0);
    }
  }
}
```

Alte aplicaţii RMI

- “transferul de comportament” de la client la server sau invers
- Exemplu: clientul obtine de la server codul pentru calculul unei formule [Ath02]

Exemplu – transfer de comportament de la server la client [Ath02]

```
public interface CalculInterf {
  int efectueazaCalcul(int x, int y);
}
```

```
import java.io.*;
public class CalculUnu implements Serializable, CalculInterf {
  public int efectueazaCalcul(int x, int y) {
    return x+y;
  }
}
```

```
import java.rmi.*;
public interface ServerCalculInterf extends java.rmi.Remote {
  public CalculInterf obtineCalcul() throws java.rmi.RemoteException;
}
```

Exemplu – transfer de comportament de la server la client [Ath02] – Implementare server

```
import java.net.*;
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.UnicastRemoteObject;
public class ServerCalcul extends UnicastRemoteObject implements
  ServerCalculInterf {
  ServerCalcul () throws java.rmi.RemoteException {
  }

  public CalculInterf obtineCalcul()
    throws java.rmi.RemoteException  {
    CalculInterf c = new CalculUnu();
    return c;
  }
}
```

Exemplu – transfer de comportament de la server la client [Ath02] – Implementare client

```
import java.net.*;
import java.rmi.*;
public class ClientRMICalcul {
  public static void main(String a[]) {
    CalculInterf ci = null;
    System.setSecurityManager(new RMISecurityManager());
    try {
      Remote robj = Naming.lookup("ServerCalcul");
      System.out.println("S-a obtinut referinta la server " +
        robj.getClass());
      ServerCalculInterf sci = (ServerCalculInterf)robj;
      ci = (CalculInterf)sci.obtineCalcul();
      System.out.println("S-a obtinut referinta la " +
        ci.getClass();
    } catch (Exception e) {…}
    int z = ci.efectueazaCalcul(5, 3);
    System.out.println("Rezultat = " + z);
  }
}
```

Exemplu – transfer de comportament de la client la server [Ath02]

```
import java.rmi.*;
public interface ServerCalculInterf extends java.rmi.Remote {
  public void transmiteCalcul(CalculInterf c) throws
    java.rmi.RemoteException;
  public int obtineRezultat(int x, int y) throws
    java.rmi.RemoteException;
}
```

Exemplu – transfer de comportament de la client la server [Ath02] – Implementare server

```
import java.net.*;
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.UnicastRemoteObject;
public class ServerCalcul extends UnicastRemoteObject implements
  ServerCalculInterf {
  CalculInterf c = null;
  ServerCalculImplem() throws java.rmi.RemoteException {
  }

  public void transmiteCalcul(CalculInterf c) throws
    java.rmi.RemoteException {
    this.c = c;
  }

  public int obtineRezultat() throws java.rmi.RemoteException  {
    return c.efectueazaCalcul(x, y);
  }
}
```

Continut

- Particularitati RMI
- Exemple si aplicatii
- Activarea obiectelor la distanta
- Colectarea memoriei disponibile
- Avantaje & dezavantaje RMI

Activarea obiectelor la distanta

- Modelul RMI “clasic”:
  - obiectul *remote* este instantiat la pornirea serverului si “traieste” o perioada nedefinita
  - in cazul caderii serverului obiectul *remote* nu poate fi recuperat
- Modelul cu obiecte activabile
  - obiectele *remote* sunt create doar atunci cand sunt necesare
  - se pot crea referinte persistente la obiecte

Obiecte activabile - termeni specifici

- Obiect activ: obiect remote instantiat si exportat pe alta masina Java
- Obiect pasiv: obiect remote care inca nu a fost instantiat sau exportat
- Referinta la distanta rezolvabila (faulting remote reference) - inclusa in stub-ul obiectului, contine:
  - Un identificator al obiectului – contine informatiile necesare pentru “gasirea” si activarea obiectului
  - O referinta la obiect – este null daca obiectul e pasiv

Entitatile implicate in activare

- Activator
  - Responsabil cu activarea obiectelor
  - Contine o tabela ce face legatura intre clasele obiectelor, URL-ul acestora si eventual alte date necesare la initializare
  - Administreaza masinile virtuale Java in care sunt incarcate obiectele activabile
- Grup de activare
  - Obiectele activate se pot porni in masini virtuale separate
  - Fiecare masina virtuala are un grup de activare – care realizeaza efectiv activarea
  - Daca programatorul nu specifica un grup pentru un nou obiect, acesta se va introduce intr-un grup “default”

Protocolul de activare

- Daca in momentul accesarii unui obiect remote, “faulting reference” este null, este apelat activatorul
- Folosind identificatorul de activare, activatorul determina clasa obiectului, locatia acesteia, datele de initializare si grupul de activare
- Daca grupul de activare exista deja, activatorul ii trimite acestuia o cerere de activare => incarcarea clasei, instantierea unui obiect
- Daca grupul nu exista, va fi creat intr-o noua masina virtuala Java

Clase specifice

- Pachetul `java.rmi.activation`
  - `Activatable` – clasa abstracta de baza pentru obiecte activabile
  - `ActivationGroup` – pentru crearea de noi instante de obiecte activabile
  - `ActivationGroupDesc` – contine informatii necesare pentru crearea / re-createa unui grup de activare
  - `ActivationGroupDesc.CommandEnvironment` – pentru specificarea de proprietati/optiuni
  - `ActivationGroupID` – identificare unica a unui grup
  - `MarshalledObject` – container pentru un obiect transmis ca parametru intr-un apel RMI

Exemplu – Implementare server activabil [Ath02]

```
import java.rmi.activation.*;
import java.rmi.*;

public class ServerPisicaImplemAct extends Activatable implements
  ServerPisicaInterf {
  PisicaObisnuita po = null;

  public ServerPisicaImplemAct (ActivationID id, MarshalledObject
    data) throws RemoteException {
    super(id, 0);
    po = new PisicaObisnuita("Mitzy");
  }
  public PisicaObisnuita obtinePisica() throws RemoteException {
    System.out.println("Se transmite " + po.getClass());
    return po;
  }
  public String numePisica() throws RemoteException {
    return po.cumOCheama();
  }
}
```

Exemplu – Inregistrarea serverului activabil [Ath02]

```
import java.rmi.activation.*;
import java.rmi.*;
import java.util.Properties;

public class Pornire {
  public static void main(String[] args) throws Exception {
    System.setSecurityManager(new RMISecurityManager());
    Properties prop = new Properties();

    // Creare descriere grup de activare
    ActivationGroupDesc.CommandEnvironment ace = null;
    ActivationGroupDesc grupEx = new ActivationGroupDesc(prop, ace);

    // Determina identificatorul grupului
    ActivationGroupID agi =
      ActivationGroup.getSystem().registerGroup(grupEx);

    // Creare grup de activare
    ActivationGroup.createGroup(agi, grupEx, 0);
```

Exemplu – Inregistrarea serverului activabil (2)

```
    String location = "file:./";
    MarshalledObject data = null;

    // Descriere obiect
    ActivationDesc desc = new ActivationDesc("ServerPisicaImplemAct",
      location, data);

    ServerPisicaImplem spi =
      (ServerPisicaInterf)Activatable.register(desc);
    System.out.println("S-a obtinut referinta la " + spi.getClass();

    //Inregistrare server
    Naming.rebind("ServerPisica", spi);
    System.out.println("S-a anuntat serverul");
    System.exit(0);
  }
}
```

Observatii asupra exemplului

- Din punctul de vedere al clientului nu se schimba nimic daca serverul e activabil
- Nu este obligatoriu ca obiectul activabil sa extinda clasa Activatable: se poate crea un obiect remote si apoi se utilizeaza `Activatable.exportObject()`
- pentru executia secventei de pornire trebuie specificate proprietati referitoare la securitate si la *codebase*:

```
java -D java.security=politica
-D java.rmi.server.codebase=file:./ Pornire
```

Fisierul `politica`:

```
grant {
  permission java.security.AllPermission;
};
```

Continut

- Particularitati RMI
- Exemple si aplicatii
- Activarea obiectelor la distanta
- Colectarea memoriei disponibile
- Avantaje & dezavantaje RMI

Colectarea memoriei disponibile in Java

- Initial: algoritm *mark & sweep*
- Ulterior (Java HotSpot VM): algoritm generational
  - Bazat pe observatia ca cele mai multe obiecte au o perioada de viata foarte scurta
  - Heap-ul e impartit in 3 sectiuni: obiecte permanente / obiecte vechi / obiecte noi
  - Colectarea in sectiunea obiectelor noi (minor collection) se face mult mai des decat colectarea “completa” (major collection)
- J2SE 1.4.1: algoritmi suplimentari, unii optimizati pentru sisteme multi-procesor

Colectarea memoriei disponibile pentru obiectele remote

- Problema: obiectele remote sunt instantiate pe server, dar sunt referite de catre clienti
- Cum se stie pe server ca nici un client nu mai are nevoie de un anumit obiect?
- Solutie: clientii “inchiriaza” obiecte pentru anumite intervale de timp
- Daca obiectul nu este accesat pana la expirarea timpului: poate fi colectat
- Intervalul implicit este de 10 minute

Colectarea memoriei disponibile – mod de implementare

- Pachetul `java.rmi.dgc` – clase pentru *distributed garbage collection*
- Pentru server: interfata DGC – metode `clean(), dirty()`
- Pentru client: thread dedicat care se ocupa de transmisia apelurilor `clean()` si `dirty()` catre server

Propunere de imbunatatire a colectarii memoriei disponibile

- Studiu empiric: s-a constatat ca ciclul de viata al obiectelor *remote* este diferit de cel al obiectelor “obisnuite” (obiectele *remote* au sanse mai mari de a “supravietui” in sectiunea obiectelor noi)
- S-a propus o noua schema pentru garbage collection: o generatie suplimentara pentru obiectele remote (Gen-R)
- Schema propusa a dat rezultate mai bune la simulari decat schemele clasice

Continut

- Particularitati RMI
- Exemple si aplicatii
- Activarea obiectelor la distanta
- Colectarea memoriei disponibile
- Avantaje & dezavantaje RMI

Avantaje RMI

- Orientat-obiect: se pot transmite obiecte ca parametri si ca rezultate
- Permite transmiterea de “comportari”
- Politici de securitate pentru verificarea codului
- Portabilitate
- Posibilitatea utilizarii JNI pentru a converti interfete scrise in alte limbaje la Java
- Colectare de spatiu disponibil

Dezavantaje RMI

- Nu se poate utiliza in medii neomogene
- Nu poate fi utilizat pentru calcul de inalta performanta
- Restrictiile de securitate pot duce la limitarea functionalitatii

Comparatie cu CORBA – Avantaje CORBA

- Serviciile pot fi implementate in limbaje diferite si se pot executa pe platforme diferite
- IDL: separarea interfetei de implementare
- Suporta ca parametri tipuri primitive de date, precum si diverse structuri complexe
- Performanta buna

Dezavantaje CORBA

- Necesitatea invatarii IDL
- Necesitatea maparii intre IDL si limbajul de implementare
- Nu suporta transferul de obiecte sau de comportamente (cod)
- Nu ofera suport pentru garbage collection

Exam's quizzes

- **1.** RMI. a) Arhitectura. b) Transferul de comportament. Daţi un exemplu. c) Colectarea memoriei disponibile.
- **2.** Arătaţi cum se realizează transferul de parametri ai functiilor in cazul utilizarii RMI.

Referinte

- [Ath02] Irina Athanasiu, "*Java ca limbaj pentru programarea distribuita*", MatrixRom, 2002