Medii de proiectare și programare

2017-2018
Curs 5

Conținut curs 5

- Threading în Java
- Networking și threading în C#
- Exemplu Mini-Chat (continuare)

Threading în Java

- Două modalități de definire a unui thread:
  - Extinderea clasei **`Thread`** și redefinirea metodei **`run.`**
  - Implementarea interfeței **`Runnable`** și definierea metodei **`run`**.
- Crearea unui thread se face prin intermediul clasei **`Thread`**

```
public Thread()
public Thread(Runnable target)
```

- Pornirea execuției unui thread se face prin apelul metodei **`start`** din clasa **`Thread`**:

```
public void start()
```

Sincronizarea threadurilor

- Instrucțiunea **synchronized**

```
synchronized(locker_obj){
 //code to execute
}
```

- Sincronizarea unei metode:

```
public synchronized void methodA();
```

- Yielding: un thread renunța la CPU alocat și permite execuția altui thread:

```
public static void yield( );
```

```
public void run( ) {
  while (true) {
    // Time and CPU consuming thread's work…,
    Thread.yield( );
  }
}
```

Utilități Java Concurrency

- Java 5 a introdus utilități pentru concurență - un framework extensibil care permite crearea containerelor de thread-uri și cozi sincronizate (eng. *blocking queues*):

  - **`java.util.concurrent`**: Tipuri utile în programarea concurentă (ex. executors)

  - **`java.util.concurrent.atomic`**: Programare concurentă avansată

  - **`java.util.concurrent.locks`**: Mecanisme de blocare avansate, mai performante decât notify/wait.

Taskuri Java

- Un obiect *task* Java este un obiect a cărui clasa implementează interfața **`java.lang.Runnable`** (*taskuri runnable*) sau interfața **`java.util.concurrent.Callable`** (*taskuri callable*).

```
public interface Runnable{
    void run()
}

public interface Callable<V>{
     V call() throws Exception
}
```

- Metoda **`call()`** poate returna o valoare și poate arunca excepții (checked).

Execuția taskurilor Java

- Interfața Executor - execuția taskurilor runnable:

```
public interface Executor{
  void execute(Runnable command)
}
```

- **`ScheduledThreadPoolExecutor, ThreadPoolExecutor`**

- Dezavantaje:
  - Se axeaza doar pe **`Runnable`**. Metoda **`run()`** nu returnează nici o valoare. Este dificilă returnarea unei valori ca și rezultat al execuției taskului.
  - Nu oferă posibilitatea monitorizării progresului execuției unui task runnable care se execută (se execută încă?, anulat? execuția s-a încheiat?)
  - Nu poate executa mai multe taskuri.
  - Nu ofera posibilitatea opririi unui executor.

ExecutorService

- **`java.util.concurrent.ExecutorService`** soluția pentru problemele apărute la interfața **`Executor`**.
- Este implementat folosind un container de threaduri (eng. *thread pool*).

```
public interface ExecutorService extends Executor {
  void shutdown();
  List<Runnable> shutdownNow();
  <T> Future<T> submit(Callable<T> task);
  <T> Future<T> submit(Runnable task,  T result);
  <T> List<Future<T>> invokeAll(Collection<? extends  Callable<T>> tasks);
  <T> T invokeAny(Collection<? extends Callable<T>> tasks);
//alte metode
}
```

- **`ScheduledThreadPoolExecutor, ThreadPoolExecutor`**

Executorul trebuie oprit după terminarea execuției, altfel aplicația nu își va termina execuția.

Interfața Future

- Un obiect de tip Future reprezintă rezultatul unui calcul asincron.
- Rezultatul este numit *future* pentru că de obicei nu va fi disponibil decât la un moment în viitor.
- Are metode pentru: anularea execuției unui task, obținerea rezultatului execuției, determinarea dacă un task și-a încheiat execuția.

```
public interface Future<V>{
  boolean isCancelled();
  boolean isDone();
  boolean cancel(boolean mayInterruptIfRunning)
  V get() throws InterruptedException, ExecutionException;
  //alte metode …
}
```

Clasa Executors

- Clasa **`Executors`** conține metode statice care returnează obiecte de tip **`ExecutorService`**:
  - **`newFixedThreadPool(int nThreads): ExecutorService`**
  - **`newSingleThreadExecutor(): ExecutorService`**
  - **`newCachedThreadPool():ExecutorService`**
  - **`newWorkStealingPool(): ExecutorService`**

Colecții concurente

- Colecții folositoare în programarea concurentă.
- Începând cu versiunea 1.5
- Interfața **`BlockingQueue`**:
  - Coadă - conține metode care așteaptă ca coadă să devină nevidă la scoaterea unui element, respectiv așteaptă eliberarea spațiului la adăugarea unui element.
  - Implementările BlockingQueue au fost proiectate și implementate pentru a fi folosite în situații de tip producător-consumator.
  - **`ArrayBlockingQueue`**, **`LinkedBlockingQueue`**, **`PriorityBlockingQueue`**, etc.
- Interfața **`BlockingDeque`**:
  - Extinde **`BlockingQueue`** și oferă suport pentru operații de tip FIFO și LIFO.
  - **`LinkedBlockingDeque`**
- Interfața **`ConcurrentMap:`**
  - Subinterfață a **`java.util.Map`**
  - **`ConcurrentHashMap, ConcurrentSkipListMap.`**

Exemplu BlockingQueue

- Producător-Consumator simplu cu BlockingQueue

```
//ambele threaduri au referință la obiectul messages

//inițializarea
private BlockingQueue<String> messages=new
   LinkedBlockingQueue<String>();

//Producator
try {
     messages.put(message);
} catch (InterruptedException e) {
     e.printStackTrace();
}

//Consumator
String message = messages.take();
```

Actualizare GUI

- Interfețele grafice (JavaFX, Swing) folosesc obiecte de tip Component.
- Aceste obiecte pot fi modificate (actualizate, șterse, etc) doar de threadul care le-a creat.
- Nerespectarea acestei reguli are rezultate neașteptate sau aruncă excepții.

```
Platform.runLater(new Runnable() {                    //JavaFX
      @Override
       public void run() {
         //codul care modifica informatia de pe interfata grafica
         label.setText("New text …");
       }
 });
```

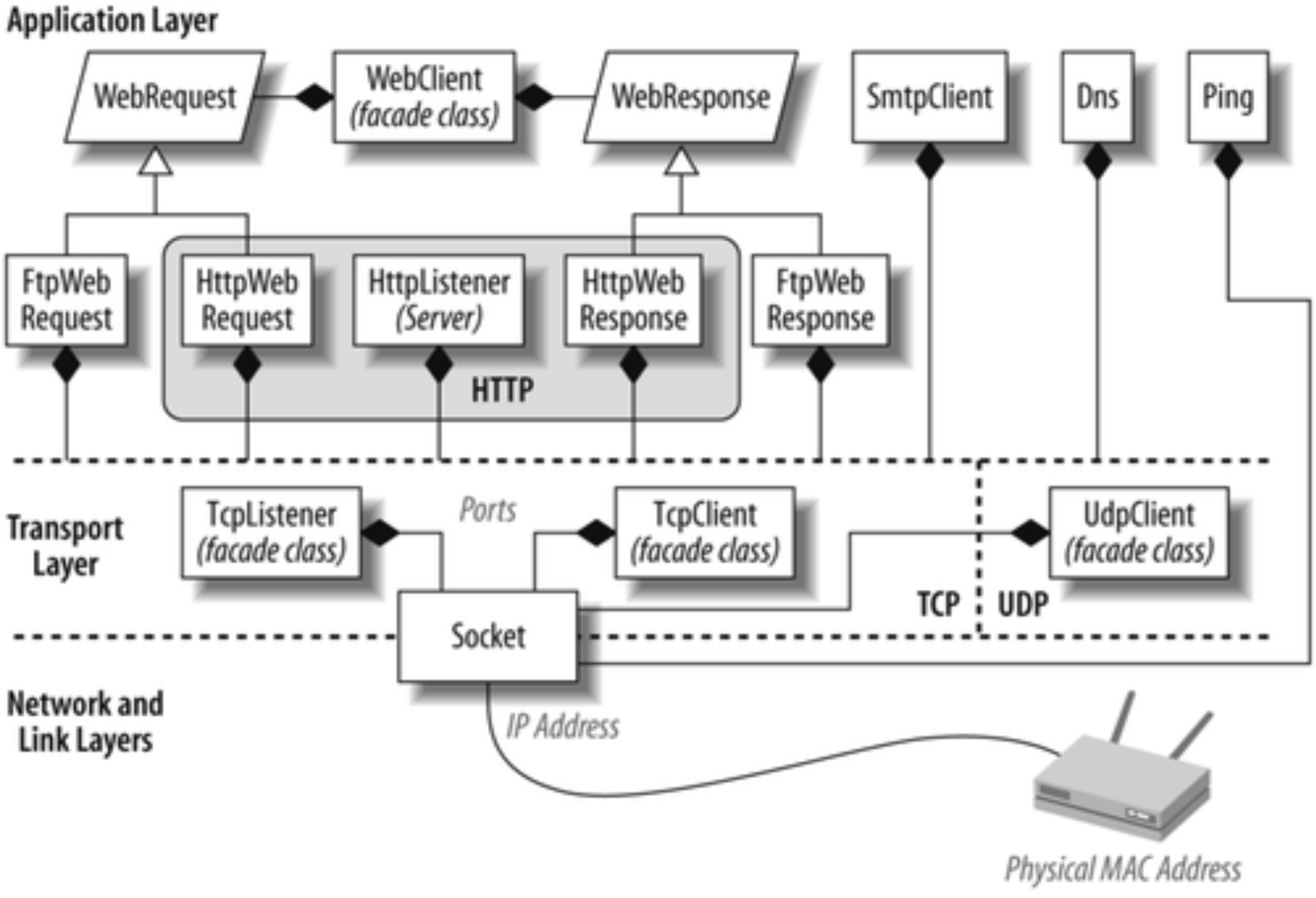
//sau, folosind funcții lambda

```
Platform.runLater(() -> {                        //JavaFX
         //codul care modifica informatia de pe interfata grafica
         label.setText("New text …");
 });
```

Networking în C#

- .NET conține clase pentru comunicarea prin rețea folosind protocoale standard cum ar fi HTTP, TCP/IP și FTP.
- Spațiul de nume **`System.Net.*`**:
  - **`WebClient`** façade pentru operații simple de download/upload folosind HTTP sau FTP.
  - **`WebRequest`** și **`WebResponse`** pentru operații HTTP și FTP complexe.
  - **`HttpListener`** pentru implementarea unui HTTP server.
  - **`SmtpClient`** pentru construirea și trimiterea mesajelor folosind SMTP.
  - **`TcpClient`**, **`UdpClient`**, **`TcpListener`**, și **`Socket`** pentru acces direct la nivelul rețea.

Networking în C#



Networking în C#

- Clasa **`IPAddress`** din **`System.Net`** reprezintă o adresă IPv4 (32 bits) sau IPv6 (128 bits).

```
IPAddress a1 = new IPAddress (new byte[] { 172, 30, 106, 5 });
IPAddress a2 = IPAddress.Parse ("172.30.106.5");
IPAddress a3 = IPAddress.Parse
  ("[3EA0:FFFF:198A:E4A3:4FF2:54fA:41BC:8D31]"); //IPv6
```

- O asociere între o adresă IP și un port este reprezentată fololosind clasa **`IPEndPoint`**:

```
IPAddress a = IPAddress.Parse ("172.30.106.5");
IPEndPoint ep = new IPEndPoint (a, 55555);              // Port 55555
Console.WriteLine (ep.ToString(  ));          // 172.30.106.5:55555
```

- Porturile: 1 – 65535.
- Porturile dintre 49152 și 65535 nu sunt rezervate oficial.

System.Net.Sockets Namespace

- Clasele **`TcpClient`**, **`TcpListener`** și **`UdpClient`** încapsulează detaliile creării conexiunilor de tip TCP și UDP.
- **`Socket`** implementează interfața Berkeley socket.
- **`SocketException`** excepția aruncată când apare o eroare la comunicarea prin socket.
- **`NetworkStream`** streamul folosit pentru comunicarea prin rețea.

TcpListener

- TCP server:

```
TcpListener listener = new TcpListener (<ip address>, port);
listener.Start();
while (keepProcessingRequests)
using (TcpClient c = listener.AcceptTcpClient(  ))
 using (NetworkStream n = c.GetStream(  ))     {
        // Read and write to the network stream...
}
listener.Stop ();
```

- `TcpListener` necesită adresă IP la care va aștepta conexiunile clienților (dacă calculatorul are două sau mai multe plăci de rețea).
  - `IPAddress.Any` ascultă pe toate adresele IP locale (sau singura).
- `AcceptTcpClient` blochează execuția până când se conectează un client.

TcpClient

- Client Tcp:

```
using (TcpClient client = new TcpClient (<address>, port))
using (NetworkStream n = client.GetStream(  ))
{
// Read and write to the network stream...
}
```

- `TcpClient` încearcă crearea conexiunii în momentul creării obiectului folosind adresa IP și portul specificate.
- Constructorul blochează execuția pâna la stabilirea conexiunii.

NetworkStream

- **`NetworkStream`** comunicare bidirecțională pentru transmiterea și recepționarea datelor după stabilirea unei conexiuni.
- Methods:
  - **`Read`**
  - **`Close`**
  - **`Write`**
  - **`Seek`**
  - **`Flush`**
- Properties:
  - **`CanRead, CanWrite`**
  - **`Socket`**
  - **`DataAvailable`**
  - **`Length`**

Threading în C#

- Spatiul de nume **`System.Threading`** clase și interfețe pentru programarea concurentă:
  - Clasa **`Thread`**.
  - Delegate: **`ThreadStart`**, **`ParameterizedThreadStart`**.
  - Sincronizare: **`lock`**, **`Monitor`**, **`Mutex`**, **`Semaphore`**, **`EventHandles`**.
- Delegates: reprezintă metoda executată de un thread.

```
public delegate void ThreadStart();

public delegate void ParameterizedThreadStart(Object obj);
```

- Clasa **`Thread:`** crearea unui thread, setarea priorității, obținerea informațiilor despre statusul unui thread.

```
public Thread(ThreadStart start);
public Thread(ParameterizedThreadStart start);
```

Threading în C#

```
class Program   {
   static void Main(string[] args)  {
      Worker worker=new Worker();
      Thread t1=new Thread(new ParameterizedThreadStart(static_run));
      Thread t2=new Thread(new ThreadStart(worker.run));
      t1.Start("a");
      t2.Start();
   }
   static void static_run(Object data) {
      for(int i=0;i<26;i++)  { Console.Write("{0} ",data);   }
   }}
class Worker {
   public void run() {
     for(int i=0;i<26;i++)    Console.Write("{0} ",i);
   }}
//a a a a a a a a a a 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
   19 20 21 22 23 24 25 a a a a a a a a a a a a a a a a
```

Sincronizarea threadurilor

- Diferite tipuri:
  - *Blocarea exclusivă*: doar un singur thread poate executa o porțiune de cod la un moment dat.
    - `lock`, `Mutex`, and `SpinLock`.
  - *Blocarea nonexclusivă:* limitarea concurenței.
    - `Semaphore` and `ReaderWriterLock`.
  - *Semnalizarea*: un thread poate bloca execuția până la primirea unei notificării de la unul sau mai multe threaduri.
    - `ManualResetEvent`, `AutoResetEvent`, `CountdownEvent` și `Barrier`.

Sincronizarea threadurilor –Blocarea

- Instrucțiunea `lock`:

```
lock(locker_obj){
  //code to execute
}
```

- `locker_obj` object de tip referință.
- Doar un singur thread poate obține accesul la un moment dat. Dacă mai multe threaduri încearcă să obțină accesul, ele sunt puse într-o coadă și primesc accesul pe baza regulii “primul venit-primul servit”.
- Dacă un alt thread a obținut deja accesul, threadul curent nu își continuă execuția până nu obține accesul.

Sincronizarea threadurilor - Signaling

- *Event wait handles* - construcții simple pentru semnalizare:
  - **`EventWaitHandle`**- reprezintă un eveniment pentru sincronizareaa threadurilor. Unul sau mai multe threaduri blochează execuția folosind un **`EventWaitHandle`** până când un alt thread apelează metoda **`Set`** permițând execuția unuia sau mai multor threaduri aflate în așteptare.
  - **`AutoResetEvent`**, **`ManualResetEvent`**
  - **`CountdownEvent`** (Framework 4.0)
- **`AutoResetEvent`** notifică un thread aflat în așteptare de apariția unui eveniment (doar un singur thread).
  - **`Set()`** - eliberează un thread aflat în așteptare
  - **`WaitOne()`** - threadul așteaptă apariția unui eveniment

Observații:

1. Dacă **`Set`** este apelată când nici un thread nu se află în așteptare, handle -ul așteaptă până când un thread apelează metoda **`WaitOne`**.
2. Apelarea metodei **`Set`** de mai multe ori când nici un thread nu este în așteptare nu va permite mai multor threaduri obținerea accesului când apelează metoda **`WaitOne`**.

Sincronizarea threadurilor - Signaling

- **`ManualResetEvent`** (asemănător **`AutoResetEvent)-`** notifică toate threadurile aflate în așteptare la apariția unui eveniment.
- Crearea unui event wait handle:
  - Constructori:

```
AutoResetEvent waitA=new AutoResetEvent(false);
AutoResetEvent waitA=new AutoResetEvent(true); //calls Set
```

```
ManualResetEvent waitM=new ManualResetEvent(false);
```

  - Clasa **`EventWaitHandle`**

```
var auto = new EventWaitHandle (false, EventResetMode.AutoReset);
var manual = new EventWaitHandle (false, EventResetMode.ManualReset);
```

- Distrugerea unui wait handle:
  - Apelul metodei **`Close`** pentru eliberarea resurselor sistemului de operare.
  - Ștergerea referințelor pentru a permit garbage collector-ului distrugerea obiectului.

Exemplu Signaling

```
class WaitHandleExample
{
 static EventWaitHandle waitHandle = new AutoResetEvent (false);
 static void Main()
 {
    new Thread (Worker).Start();
    Thread.Sleep (1000);     // Pause for a second...
    waitHandle.Set();    // Wake up the Worker.
 }
 static void Worker()
 {
    Console.WriteLine ("Waiting...");
    waitHandle.WaitOne();    // Wait for notification
    Console.WriteLine ("Notified");
 }
}
```

Task-uri C#

- Limitările threadurilor:
  - Se pot transmite ușor date unui thread, dar nu se poate obține la fel de ușor rezultatul execuției unui thread.
  - Dacă execuția threadului aruncă o excepție, tratarea excepției și retransmiterea ei este mai dificil de implementat.
  - Nu se poate seta ca un thread să execute altceva când și-a încheiat execuția.
- Un *Task* C# reprezintă o operație concurentă care poate fi (sau nu) executată folosind threaduri.
  - Taskurile pot fi compuse.
  - Pot folosi un container de threaduri pentru a reduce timpul necesar pornirii execuției.

- Tipul **`Task`** a fost introdus începand cu Framework 4.0 ca facând parte din bibloteca pentru programare paralelă.

- **`System.Threading.Tasks`** namespace.

Pornirea execuției unui Task

- Framework 4.5 - Metoda statică **`Task.Run`** (pornirea execuției unui task folosind threaduri) - parametru de tip **`Action`** delegate:

```
Task.Run (() => Console.WriteLine ("Ana"));
```

- Framework 4.0 - Metoda statică **`Task.Factory.StartNew:`**

```
Task.Factory.StartNew(() =>Console.WriteLine("Ana"));
```

- Implicit taskurile folosesc threaduri din containere deja create.
- Folosirea metodei **`Task.Run`** - similar cu execuția explicită folosind threaduri:
  - **`new Thread (() => Console.WriteLine ("Ana")).Start();`**
- **`Task.Run`** returnează un obiect **`Task`** care poate fi folosit pentru monitorizarea progresului.
- Nu este necesară apelarea metodei **`Start`**.

Obținerea rezultatului execuției

- **`Task<TResult>`** subclasă a clasei **`Task`** care permite returnarea rezultatului execuției.
- **`Task<TResult>`** poate fi obținut apelând **`Task.Run`** folosind un delegate de tip **`Func<TResult>`** (sau o expresie lambda compatibilă).
- Rezultatul poate fi obținut folosind proprietatea **`Result`**.
- Dacă taskul nu și-a încheiat execuția, apelul proprietății Result va bloca execuția threadului curent până terminarea execuției taskului:

```
Task<int> task = Task.Run(()=>{int x=2; return 2*x; });
int result = task.Result;   // Blocks if not already finished
 Console.WriteLine (result);    // 4
```

Taskuri și excepții

- Taskurile propagă excepțiile (threadurile nu).
- Dacă un task aruncă o excepție, excepția este rearuncată către codul care apelează metoda **`Wait()`** a clasei Task sau care apelează proprietatea **`Result`** a clasei **`Task<TResult>`**:
- Excepția va fi inclusă într-o excepție de tip **`AggregateException`** de către CLR:

```
// Start a Task that throws a NullReferenceException:
Task task = Task.Run (() => { throw null; });
try{
  task.Wait();
}catch (AggregateException aex){
  if (aex.InnerException is NullReferenceException)
              Console.WriteLine ("Null!");
    else throw;
}
```

Exemplu C#

- O aplicație simplă client/server:
  - Serverul așteaptă conexiuni.
  - Clientul se conectează la server și îi trimite un text.
  - Serverul returnează textul scris cu litere mari, la care adaugă data și ora la care a fost primit textul.

Actualizare GUI

- Interfețele grafice de tip Windows Forms folosesc obiecte de tip Control.
- Aceste obiecte pot fi modificate (actualizate, șterse, etc) doar de threadul care le-a creat.
- Nerespectarea acestei reguli are rezultate neașteptate sau aruncă excepții.
- Dacă se dorește apelarea unui membru (metoda, atribut, proprietăți) a obiectului X creat într-un thread Y, cererea trebuie transmisă threadului Y (folosind metoda **`Invoke`** sau **`BeginInvoke`** a obiectului X).

Actualizare GUI

- **`Invoke`** și **`BeginInvoke`** au un parametru de tip delegate care referă metoda corespunzătoare obiectului de tip Control care se dorește a se executa.
  - **`Invoke`** execuție sincronă: execuția apelantului este blocată până la actualizarea controlului.
  - **`BeginInvoke`** execuție asincronă: execuția apelantului continuă, iar cererea este pusă într-o coadă (corespunzătoare evenimentelor de la tastatură, mouse, etc) și se va executa ulterior.

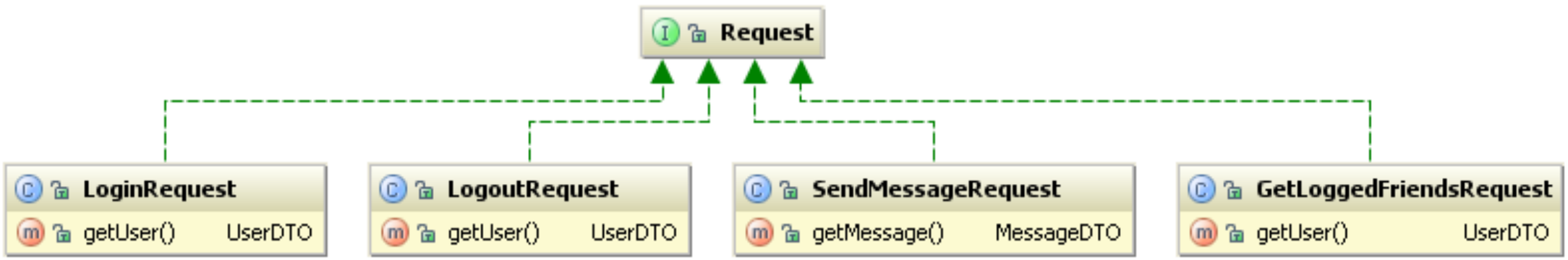
Exemplu

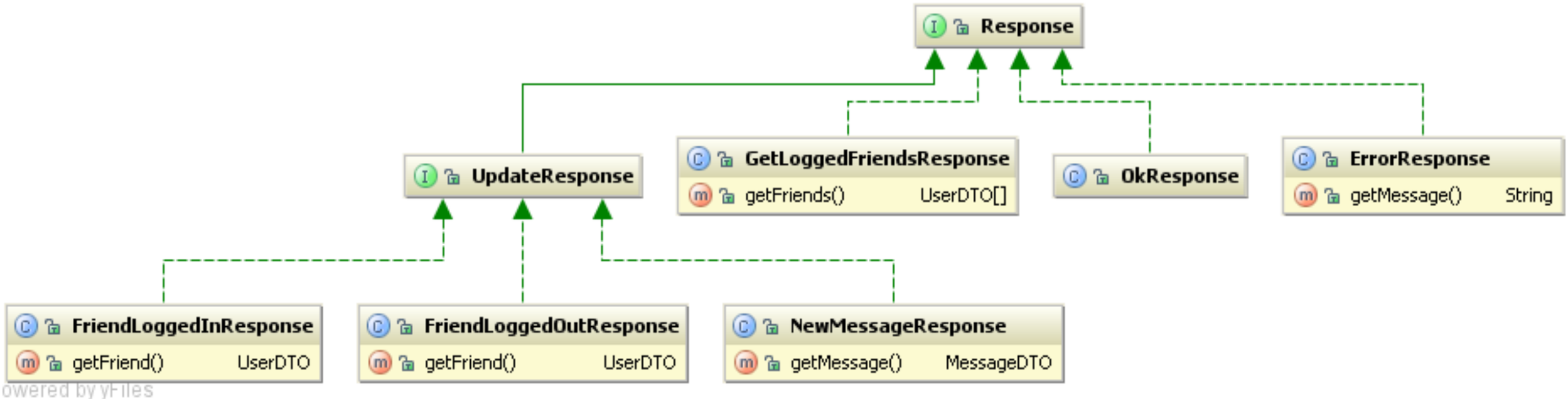
```
//1. definirea unei metode pentru actualizarea unui ListBox
private void updateListBox(ListBox listBox, IList<String> newData){
    listBox.DataSource = null;
    listBox.DataSource = newData;
 }

//2. definirea unui  delegate care va fi apelat de GUI Thread
public delegate void UpdateListBoxCallback(ListBox list, IList<String>
data);


//3. în celălalt thread se transmite metoda care actualizeaza ListBox:
list.Invoke(new UpdateListBoxCallback(this.updateListBox), new Object[]
{list, data});
or
list.BeginInvoke(new UpdateListBoxCallback(this.updateListBox), new
Object[]{list, data});
```

Mini-chat

- Proiectați și implementați o aplicație client-server pentru un mini-chat având următoarele funcționalități:
  - *Login.* După autentificarea cu succes, o nouă fereastră se deschide în care sunt afișați toți prietenii *online* ai utilizatorului și o listă cu mesajele trimise/primite de utilizator. De asemenea, toți prietenii online văd în lista lor că utilizatorul este *online*.
  - *Trimiterea unui mesaj*. Un utilizator poate trimite un mesaj text unui prieten care este online. După trimiterea mesajului, prietenul vede automat mesajul în fereastra lui.
  - *Logout.* Toți prietenii online ai utilizatorului văd în lista lor că utilizatorul nu mai este *online*.

Mini-chat Object Protocol





Mini-chat Rpc Protocol