Objektumorientált szoftvertervezés

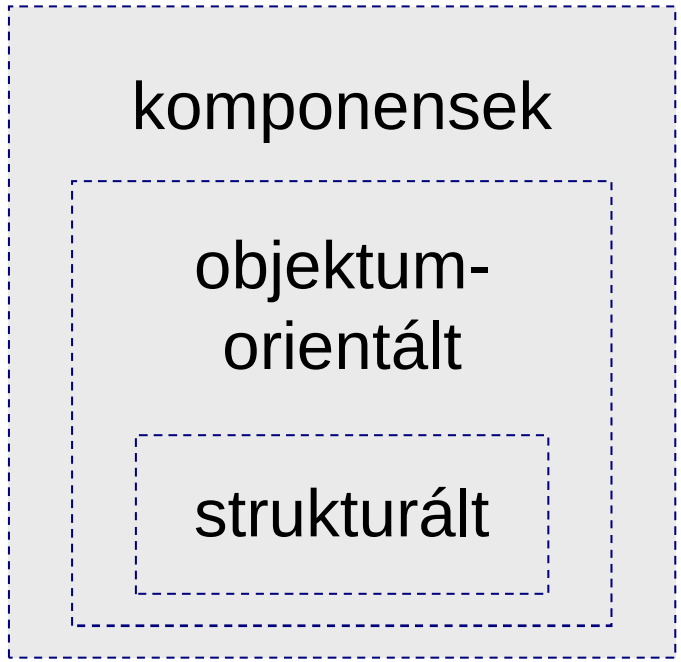
1. Java ismétlés, szálak, kollekciók, reflection

Az objektumorientáltság helye

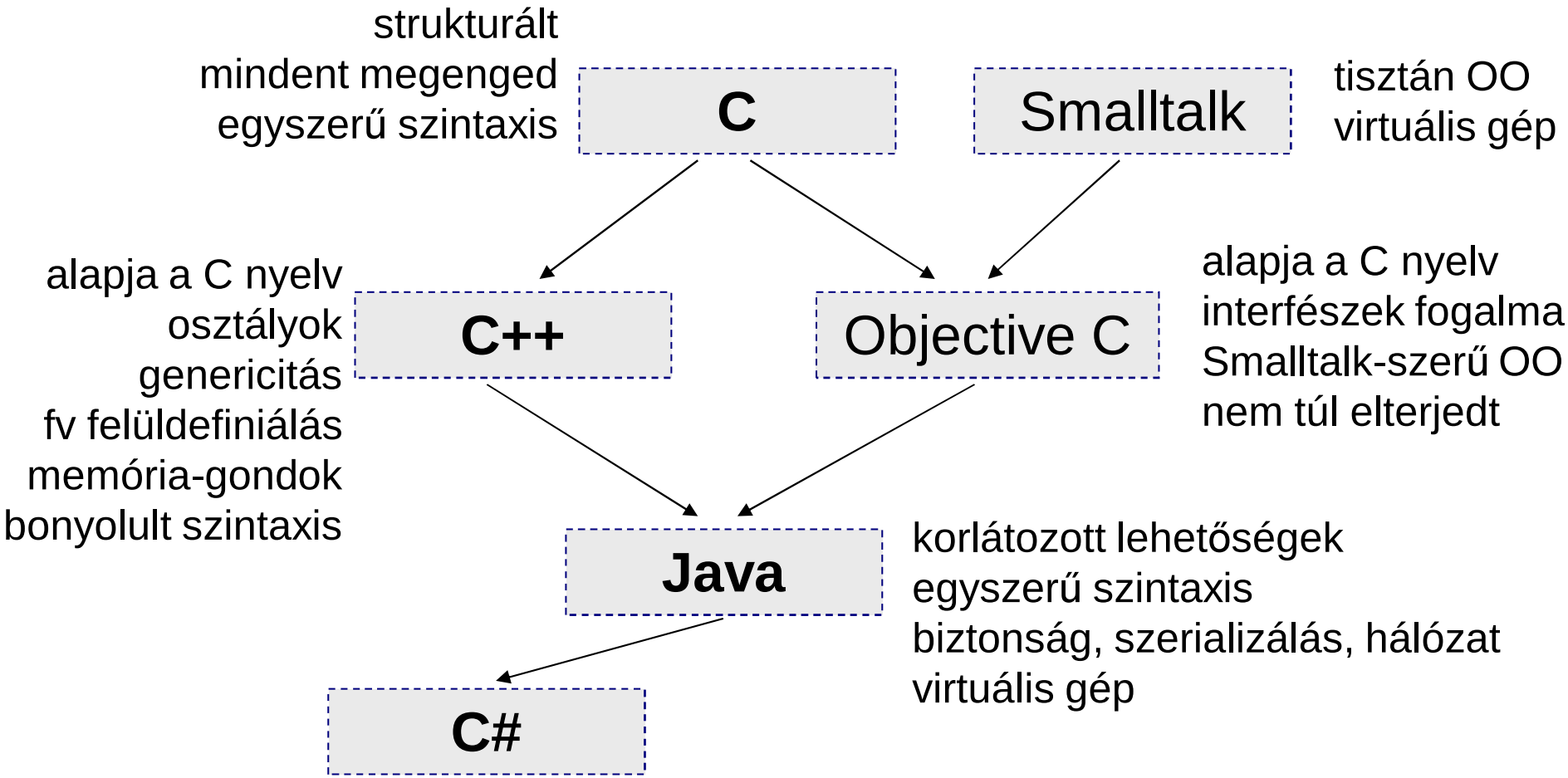
- egyszerűség
  - KISS: keep it simple, stupid
- nincs jó vagy rossz
  - használhatóság a kérdés
- mindig a célnak megfelelő eszközt használjuk

Az objektumorientáltság helye 2

- gépi kód
  - assembly
- makrók
  - "strukturált" assembly
- strukturált programozás
  - függvények, adatszerkezetek
- objektumorientáltság
  - objektumok
- komponensek (pl. beanek)



A Java története



Objektumok, Osztályok és Interfészek

Osztályok

- egységbezárás (attribútumok és metódusok)
  - *public, protected, private, package* láthatóság
  - *static*: osztályszintű attribútum vagy metódus
- csak egyszeres öröklés
  - csak virtuális függvények
  - *abstract*: meg kell valósítani
  - *final*: nem lehet felüldefiniálni

Öröklés

```
public class A {
    private void f1(){System.out.println("A.f1");}
    public  void f2() {System.out.println("A.f2");}
    public  void f3() { f1(); }
    public  void f4() { f2(); }
}
public class B extends A {


    public static void main(String[] args) {
        A a1 = new A();
        a1.f3();     // A.f1
        a1.f4();     // A.f2
    }
}
```

Öröklés

```
public class A {
    private void f1(){System.out.println("A.f1");}
    public  void f2() {System.out.println("A.f2");}
    public  void f3() { f1(); }
    public  void f4() { f2(); }
}
public class B extends A {
    private void f1() {System.out.println("B.f1");}
    public  void f2() {System.out.println("B.f2");}
    public static void main(String[] args) {
        A a2 = new B();
        a2.f3();     // A.f1
        a2.f4();     // B.f2
    }
}
```

Öröklés

```
public class A {
    private void f1(){System.out.println("A.f1");}
    public  void f2() {System.out.println("A.f2");}
    private void f5() { f2(); }
    public  void f6() { f5(); }
}
public class B extends A {
    private void f1() {System.out.println("B.f1");}
    public  void f2() {System.out.println("B.f2");}
    public static void main(String[] args) {
        A a3 = new A(); A a4 = new B();
        a3.f6();     // A.f2
        a4.f6();     // B.f2
    }
}
```

Öröklés (konstruktor, Java)

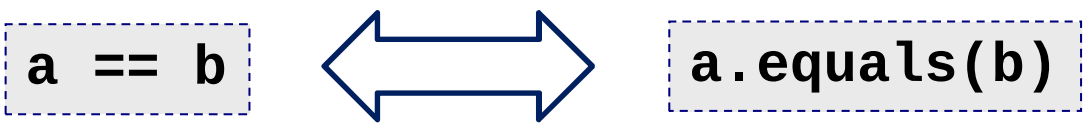
```
public class A {
      void foo() { System.out.println("A.foo");}
      public A() { foo(); }
}

public class B extends A {
      void foo() { System.out.println("B.foo");}
      public B() { super(); }

      public static void main(String[] args) {
            A a = new A();    // A.foo
            B b = new B();    // B.foo
      }
}
```

Öröklés (konstruktor, C++)

```
class A {
public:
      virtual void foo() { cout << “A.foo” << endl; }
      A() { foo(); }
};
class B : public A {
public:
      virtual void foo() { cout << “B.foo” << endl; }
      B() : A() { }
};

int main() {
      A a();    // A.foo
      B b();    // A.foo
}
```

Objektumok egyedisége

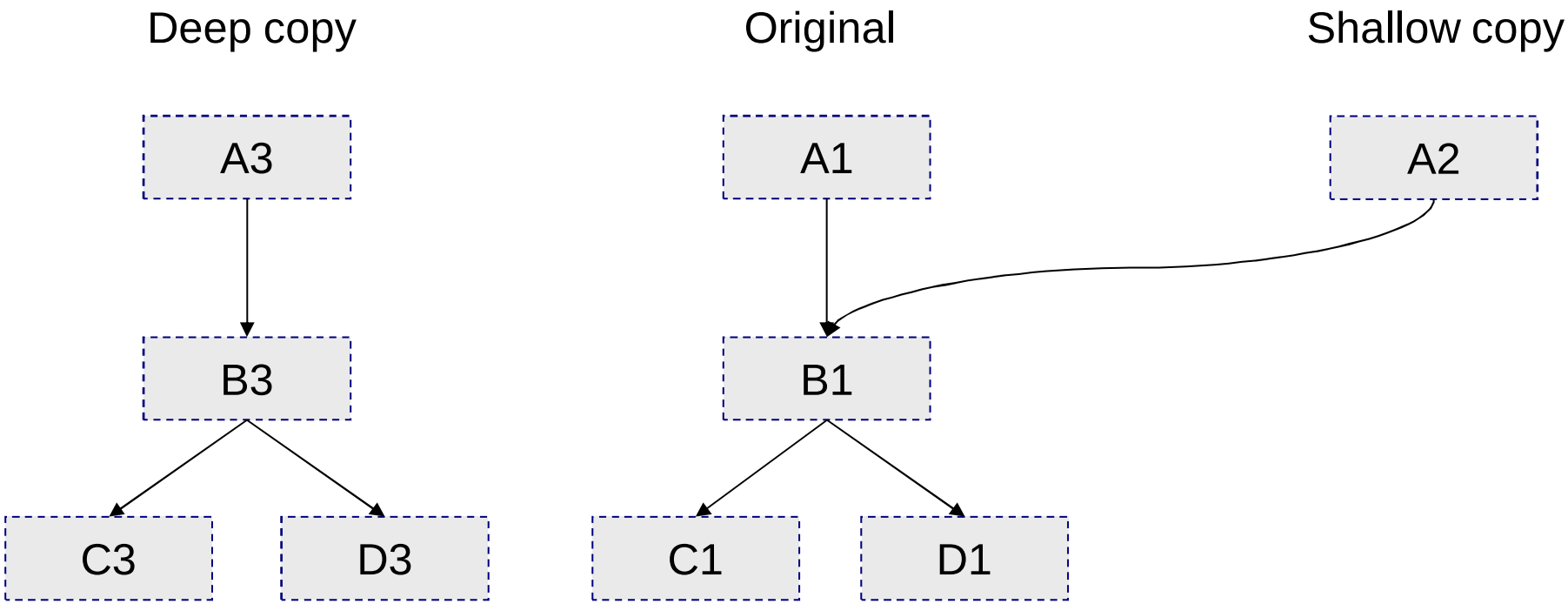
- `==` operátor
- **`boolean equals(Object o)`**
  - tartalom alapú összehasonlítás
  - rekurzió



Másolás

- **`Cloneable`** interfész megvalósításával
- **`Object.clone()`**felüldefiniálásával
  - **`super.clone()`**-t illik meghívni
- *Shallow copy*
  - csak a referenciákat másoljuk
    - pl. Vector másolata ugyanazokra az objektumokra hivatkozik
- *Deep copy*
  - rekurzív másolás
    - pl. C++ string példa

Másolás



Másolás öröklés nélkül

```
public class A {
	B b;
	...
	public Object clone() { // shallow
		A a2 = new A();
		a2.b = b;
		return a2;
	}
	public Object clone() { // deep
		A a3 = new A();
		a3.b = b.clone();
		return a3;
	}
	...
}
```

Másolás öröklés esetén

```
public class A extends E {
      B b;
      public Object clone() { // shallow
            A a2 = (A)super.clone(); //???
            a2.b = b;
            return a2;
      }

      public Object clone() { // deep
            A a3 = (A)super.clone();
            a3.b = b.clone();
            return a3;
      }
       ...
}
```

Copy constructor

```
public class A {
	B b;
	public A(A a) {
		this = a.clone(); // NE!!!
	}
	public A(A a) {
		this.b = a.b.clone(); // ctr vs clone
	}
	public A(A a) {
		this.b = new B(a.b); // öröklés?
	}
	...
}
```

Deep clone vs. Copy ctr

	Előny	Hátrány
Deep clone	absztrakt típusokra is jó	nem **new**-t használ
Copy ctr	egységes, mert **new**	absztrakt típusoknál gond

Boxing

- Java 5.0 óta
- Primitív típusok és csomagolóik automatikus konverziója

```
Vector v = new Vector();
int a = 5;
v.add(a);           // itt valójában egy
                    // Integer kerül a vektorba
Integer b = 3;      // létrejön egy új Integer
a = a + b;          // itt b-ből int lesz: a=8
```

Boxing 2

- Csak akkor használjuk, ha muszáj
- Nem hatékony

```
public static void main(String args[]) {
        Integer i1 = Integer.parseInt(args[0]);
                // boxing
        Integer i2 = Integer.parseInt(args[0]);
                // boxing
        i1.equals(i2)// igaz, nincs boxing
        i1 == i2;     // csak ha -128<i1≤127
        i1 <= i2;     // igaz, boxing
        i1++;         // növel, boxing
        i1 > 120;     // boxing
}
```

Boxing megvalósítása

```
a += 2;
```

```
5:   aload_1
6:   invokevirtual   #3;
     //java/lang/Integer.intValue:()I
9:   iconst_2
10:  iadd
11:  invokestatic    #2;
     //Integer.valueOf:(I)Ljava/lang/Integer;
14:  astore_1
```

```
int tmp = a.intValue();          (5,6)
tmp += 2;                        (9,10)
a = Integer.valueOf(tmp);        (11,14)
```

Boxing kollekciókban

```
HashMap<String,int> hm =
     new HashMap<String,int>();
while(true) {
     String s = readLine();
     if (s==null) break;
     if (hm.containsKey(s))
          hm.get(s)+=1;
     else
          hm.put(s,1);
}
```

Boxing kollekciókban folyt.

```
HashMap<String,Integer> hm =
     new HashMap<String,Integer>();
while(true) {
     String s = readLine();
     if (s==null) break;
     if (hm.containsKey(s))
          hm.get(s)+=1;
     else
          hm.put(s,1);
}
```

Boxing hibák

```
hm.get(s)+=1;

Integer i = hm.get(s);
i += 1;
j = hm.get(s);
boolean B1 = (i == j);          false
boolean B2 = (i.equals(j));     false
```

Interfészek

- Csak a metódusok deklarációja
  - nincs semmifajta implementáció
- Fontos az újrahasználáshoz
- Attribútumai lehetnek
  - automatikusan *public static final* (globális konstans)

```
public static final int maxLength = 100;
```

- Többszörös öröklés (interfészek között)
  - csak egyértelmű attribútumokkal
- Többszörös megvalósítás
- Nem ugyanaz, mint az absztrakt osztály!

Belső osztályok

- Osztályon belül van definiálva
  - akár metóduson belül is
- Szintek száma nincs megszabva
- Eléri a külső osztály(ok) attribútumait és metódusait
- Céljuk: egységbezárás
  - kis segédosztályok a főosztály közelében
- Formális paraméterek, lokális változók vagy kivételkezelő paraméterek: kötelezően *final*

API implementáció

Object *equals* és *toString*

```
public class Object {
	...
	public boolean equals(Object obj) {
		return (this == obj);
	}
	public String toString() {
		return getClass().getName()
			+ "@"
			+ Integer.toHexString(hashCode());
	}
	...
}
```

String hash 1.1

```
public class String { // java 1.1
  private int hash = 0;
  public int hashCode() { int h = hash;
    if (h == 0) {
      char val[] = value;
      int len = count; int skip = Math.max(1,len/8);
      for (int i = 0; i < len; i += skip) {
        h = 37*h + val[i];
      }
      hash = h;
    }
    return h;
  }
}
```

String hash 1.5

```
public class String {  // java 1.5
  private int hash = 0;
  public int hashCode() { int h = hash;
    if (h == 0) {
      int off = offset;  char val[] = value;
      int len = count;
      for (int i = 0; i < len; i++) {
        h = 31*h + val[off++];
      }
      hash = h;
    }
    return h;
  }
}
```

Integer

```
public class Integer {
  private final int value;
  public int hashCode() {return value;}
  private static class IntegerCache {
    private IntegerCache(){}
    static final Integer cache[] =
      new Integer[-(-128) + 127 + 1];
    static {for(int i = 0; i < cache.length; i++)
                cache[i] = new Integer(i - 128);
    }
  }
  public static Integer valueOf(int i) {
    final int offset = 128;
    if (i >= -128 && i <= 127) {
      return IntegerCache.cache[i + offset]; }
    return new Integer(i);
  }
}
```

Általános hash függvény

```
class Test {
        Object o1;
        Object o2;
        ...
        Object on;
        public int hashCode() {
                int h = 0;

                h = 31*h+o1.hashCode();
                h = 31*h+o2.hashCode();
                ...
                h = 31*h+on.hashCode();

                return h;
        }
}
```

Memóriakezelés

Memóriakezelés

- **C** már szenvedett a memóriahibáktól
  - pointerek + aritmetika
  - void*
  - malloc/calloc/realloc/free

```
a[3] ≡ *(a+3) ≡ *(3+a) ≡ 3[a]
```

- **C++** próbált javítani, de inkább rontott
  - copy konstruktor
  - virtuális destruktor
  - értékadás
  - new/delete

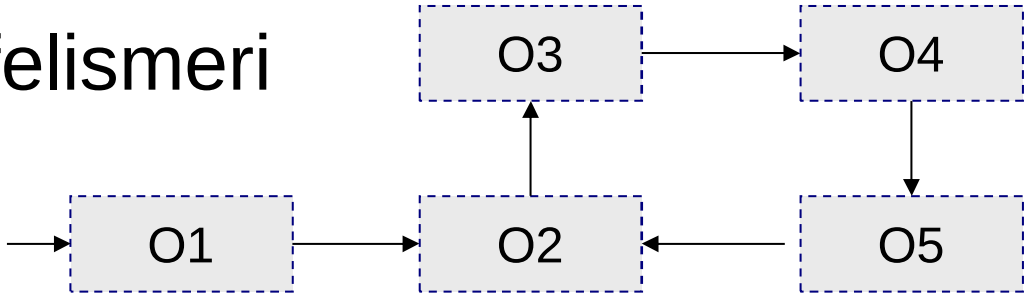
```
class C : A, virtual B {
  int l; Complex c;
public:
  C(Complex k, int i)
    : A(i), c(k), l(i)
      { l++; }
};
```

Memóriakezelés

- Java-ban beépített Garbage Collector (GC)
  - **`new`** van: heap-en foglal helyet
  - **`delete`** nincs: GC szabadít fel
- Azt törli, amire már senki sem hivatkozik
  - **`void finalize()`** meghívódik
- Explicit indítás:
  - **`System.gc()`** vagy **`Runtime.gc()`**

Garbage collector

- Gyűrűket is felismeri



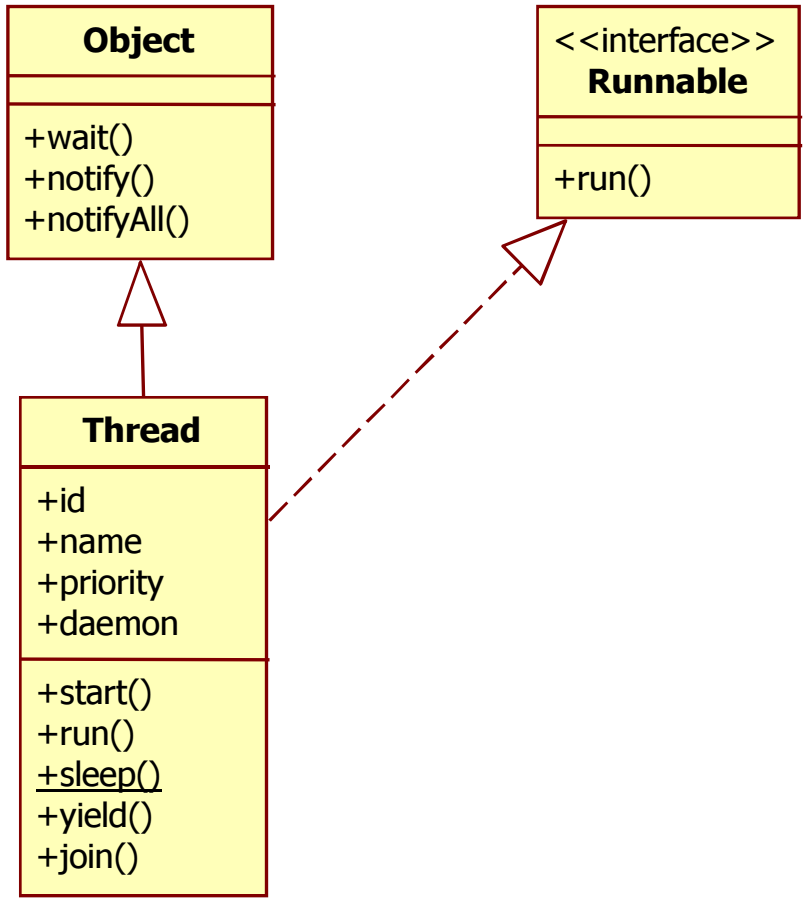
- Defragmentálást is végezhet
  - csúsztatás, rejtett kettős indirekció
  - másolás, dupla tár
- Optimalizálás is kellhet
  - http://java.sun.com/docs/hotspot/gc5.0/gc_tuning_5.html

Szálkezelés

Szálkezelés

- Beépített tulajdonság
  - **`java.lang.Thread`**, **`java.lang.Runnable`**
- Prioritásos ütemezés
  - nem szigorú
- Csoportok (**`ThreadGroup`**)
  - szálak egységes kezeléséhez
- Konkurens memóriahasználat
  - kölcsönös kizárás monitorral

java.lang.Thread



`java.lang.Thread`

- **`run()`**
  - a szál futtatható kódja
- **`start()`**
  - a szál indítása
- **`yield()`**
  - a többi szálnak adja át a futási jogot
- **`sleep(long millis [, int nanos])`**
  - alvó állapotba viszi a szálat
- **`interrupt()`**
  - megszakítja a szál várakozását
  - pl. wait, sleep, stb esetén **`InterruptedException`**

`java.lang.Thread` stop

- **`stop`** implementálása

```
private volatile boolean running;
MyThread(){ running =  true; }
public void stop() { running = false; }
public void run() {
    while (running) {
        try {
            thisThread.sleep(interval);
        } catch (InterruptedException e){}
        repaint();
    }
}
```

`java.lang.Thread`

- **`join([long millis [,int nanos]])`**
  - az adott szál befejeződésére (adott ideig) vár
- **`setDaemon(boolean on)`**
  - daemon szálként lesz indítva
  - a JVM leáll, ha már csak daemon szálak futnak
  - hívás az indítás előtt
- **`boolean isDaemon()`**
  - daemon-e

`java.lang.Thread`

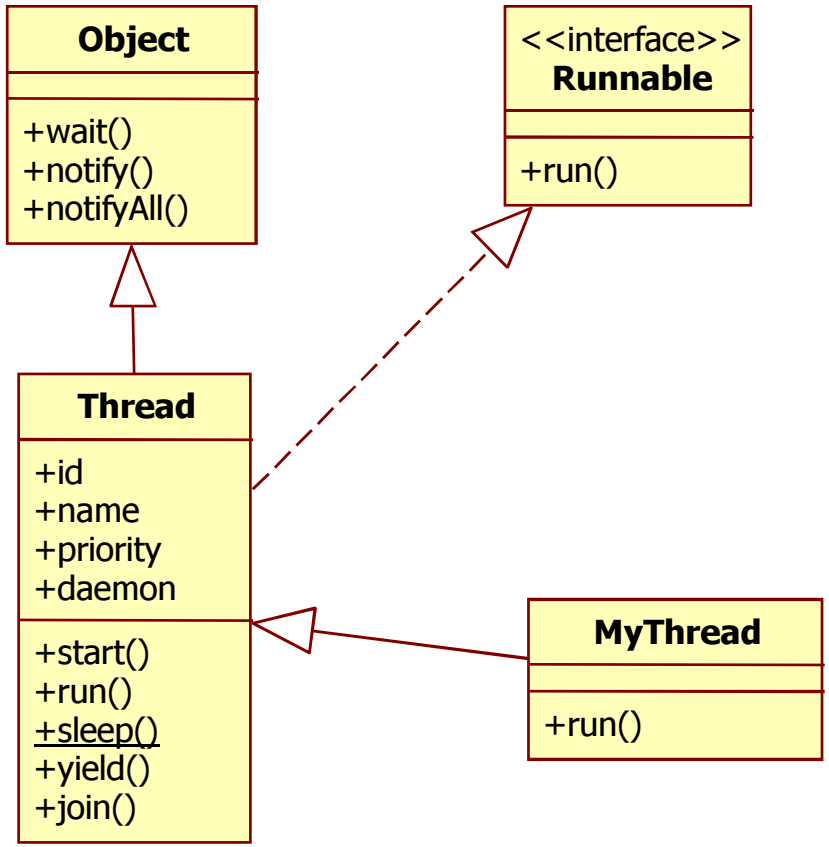
- **`int getId()`**
  - a szál azonosítója
- **`set/getName()`**
  - szál neve
- **`set/getPriority()`**
  - szál prioritása

`java.lang.Thread`

- **`boolean isAlive()`**
  - fut-e még
- **`static Thread currentThread()`**
  - az aktuális szál referenciája
- **`static int activeCount()`**
  - a szál csoportjában aktív szálak száma
- **`ThreadGroup getThreadGroup()`**
  - a szál csoportját adja vissza

Szál készítése: öröklés

- A **`Thread`** osztályból származtatunk



Szál készítése: öröklés

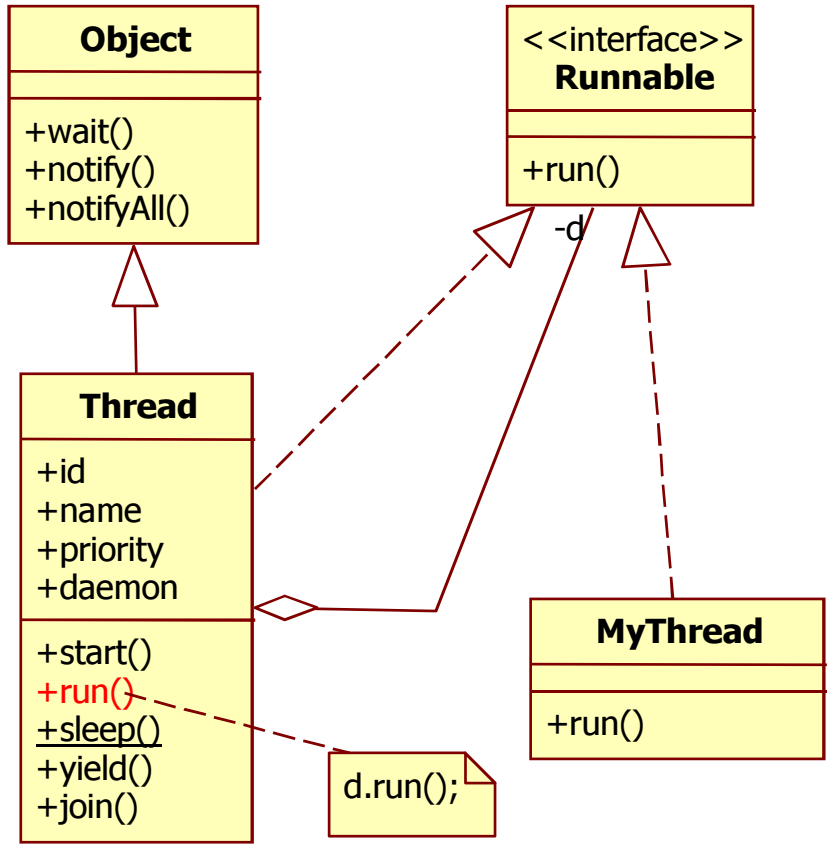
- A **`Thread`** osztályból származtatunk

```
public class MyThread extends Thread {
  int a;
  int b;
  public MyThread(int i) { b=i; }
  public void run() {
    for (a = 0; a < b; a++) { System.out.println(a); }
  }
}
```

```
MyThread mt = new MyThread(1000);
mt.start();
mt.join();
```

Szál készítése: delegáció

- A **`Runnable`** interfészt valósítjuk meg



Szál készítése: delegáció

- A **`Runnable`** interfészt valósítjuk meg

```
public class MyThread implements Runnable {
  int a;
  int b;
  public MyThread(int i) { b=i; }
  public void run() {
    for (a = 0; a < b; a++) { System.out.println(a); }
  }
}
```

```
MyThread mt = new MyThread(1000);
Thread t = new Thread(mt); // kell egy szál, ami futtat
t.start();
t.join();
```

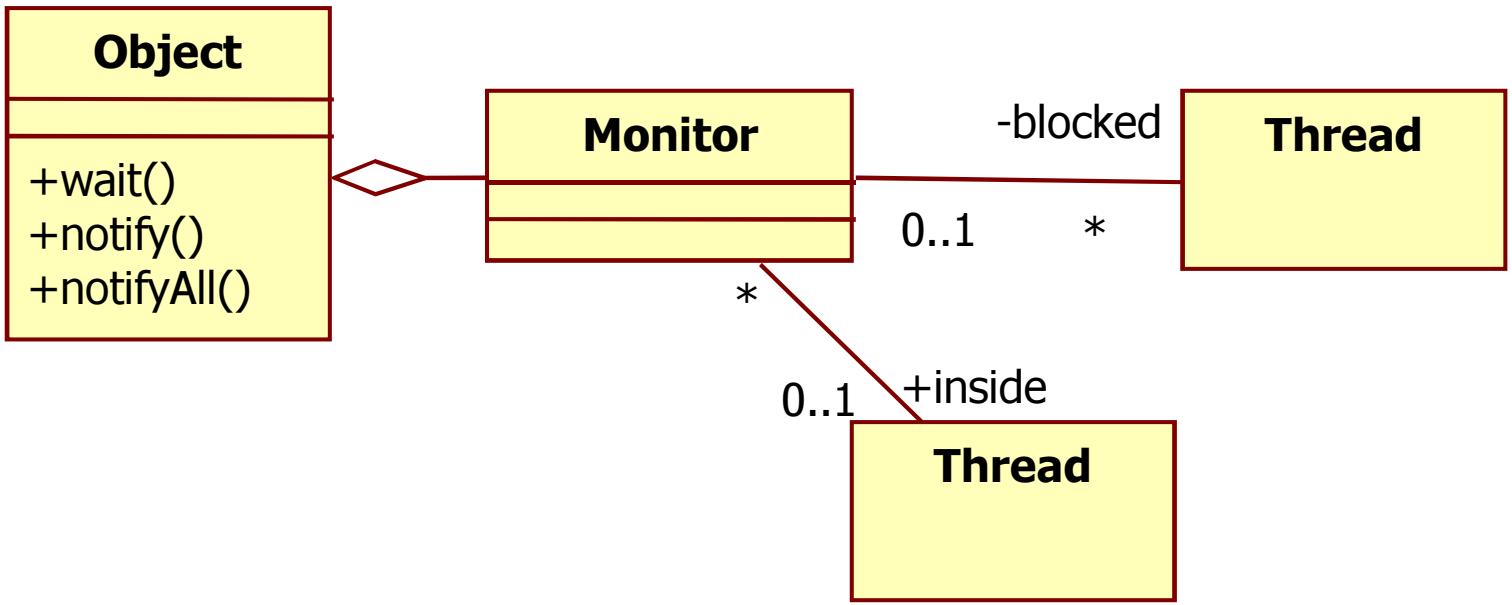
Tervezési kérdés (A→B)

- Öröklés
  - B hozzáfér A nem privát tagjaihoz
    - közös az állapotuk
  - B statikusan cserélhető
- Delegáció
  - B nem fér könnyen A-hoz
    - sokszor nem is ismeri
  - B dinamikusan cserélhető

Kölcsönös kizárás

- minden objektumhoz egy monitor
  - JVM-ben *lock* és *unlock* utasítás
  - lock/unlock mindig párban
- egyszerre egy szál lehet a monitorban
- többi szál várakozási sorban
- rekurzív belépés engedélyezett
- **`static boolean holdsLock(Object o)`**
  - igaz, ha az aktuális szálnál van a monitor

Kölcsönös kizárás: monitor



Kölcsönös kizárás: *synchronized*

- megvalósítás a **`synchronized`** kulcsszóval

```
Hashtable<String, Integer> ht = ...;
public void increment(String s) {
      ...
      synchronized (ht) {
            int i = ht.get(s);
            i++;
            ht.put(s,i);
      }
      ...
}
```

Kölcsönös kizárás

- **`synchronized`**
  - lehet blokk előtt
    - ekkor objektum referencia kell
  - metódus előtt
    - ekkor a monitor azé az objektumé, akin a metódust hívjuk
    - egyenértékű a teljes metódust felölelő blokkal

```
void foo() {
        synchronized(this) {
                ...
        }
}
```

```
synchronized void foo() {

        ...

}
```

Volatile

- Minden szál egy memória-másolaton dolgozik
  - caching
- A másolatokat szinkronizálni kell
  - synchronized blokkban megtörténik
  - volatile kulcsszó
    - a változó minden módosítása és elérése szinkron

Konkurens double, long kezelés

- double, long: 64 bites értékek
- a JVM *load, store, read, write* műveletei 32 bites word-on dolgozhatnak
  - emiatt egy egyszerű double értékkezeléséhez két művelet kellhet
  - több szál esetén hazárdos érték fordulhat elő
- ha a változó *volatile*, akkor a fenti műveletek garantáltan atomiak
  - több szál esetén is mindig korrekt értékek

Feladat

- Készítsünk szálbiztos Singleton-t
  - legfeljebb egy példány
  - több szálból is elérhető a létrehozás
  - minél kevesebb kölcsönös kizárással
  - sokáig tart az inicializáció

Singleton és szálak: naívan

```
public class Singleton {
    private static Singleton obj;
    private Singleton() { ... }

    public static Singleton getInstance() {
        if (obj == null) {
            obj = new Singleton();
        }
        return obj;
    }
}
```

Singleton és szálak: synch'd

```
public class Singleton {
    private static Singleton obj;
    private Singleton() { ... }

    public static synchronized Singleton getInstance() {
        if (obj == null) {
            obj = new Singleton();
        }
        return obj;
    }
}
```

Singleton és szálak: synch'd 2

```
public class Singleton {
    private static Singleton obj;
    private Singleton() { ... }

    public static Singleton getInstance() {
        if (obj == null) {
            synchronized (Singleton.class) {
                obj = new Singleton();
            }
        }
        return obj;
    }
}
```

Singleton és szálak: synch'd 3

```
public class Singleton {
    private static Singleton obj;
    private Singleton() { ... }

    public static Singleton getInstance() {
        if (obj == null) {
            synchronized (Singleton.class) {
                if (obj == null) {
                    obj = new Singleton();
                }
            }
        }
        return obj;
    }
}
```

Singleton és szálak: synch'd 4

```
public class Singleton {
    private static Singleton obj;
    private Singleton() { ... }

    public static Singleton getInstance() {
        if (obj == null) {
            synchronized (Singleton.class) {
                if (obj == null) {
                    Singleton tmp = new Singleton();
                    obj = tmp;
                }
            }
        }
        return obj;
    }
}
```

Singleton és szálak: flaggel

```
public class Singleton {
    private static Singleton obj;
    private Singleton() { ... }
    private static boolean existing = false;
    public static Singleton getInstance() {
        if (!existing) {
            synchronized (Singleton.class) {
                if (!existing) {
                    obj = new Singleton();
                    existing = true;
                }
            }
        }
        return obj;
    }
}
```

Szálak szinkronizálása

- **`Object.wait([long millis [,int nanos]])`**
  - a hívó szál vár, amíg nem értesítik vagy timeout
  - a szálnak az objektum monitorában kell lennie
  - a várakozás alatt a monitorból kilép

```
synchronized (obj) {
        ...
        try {
                obj.wait(); // monitor szabad
        } catch (InterruptedException ie) {...}
        ...
}
```

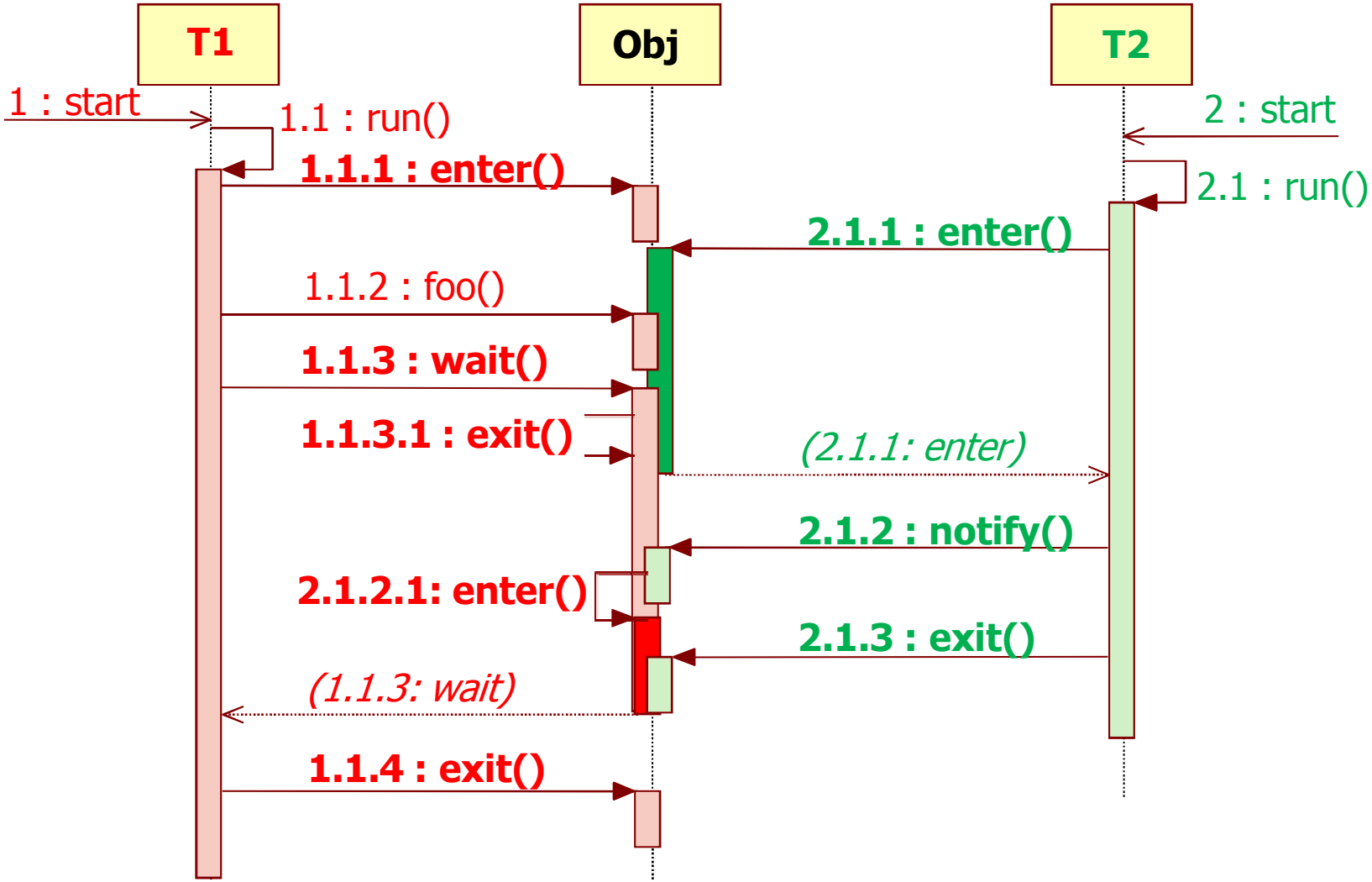
Szálak szinkronizálása 2

- **`Object.notify()`**
  - felébreszt egyet az objektumon váró szálak közül
  - a szálnak az objektum monitorában kell lennie
  - a felébresztett szál csak akkor folytatja futását, ha a hívó szál kilépett a monitorból
- **`Object.notifyAll()`**
  - felébreszti az objektumon váró összes szálat
  - a kölcsönös kizárás érvényesül
  - a szálnak az objektum monitorában kell lennie

Monitor és wait-notify

- `wait/notify` csak szinkronizáltan
  - a szálnak a monitorban kell lennie
  - különben *IllegalMonitorStateException*
- `wait` alatt kilép a monitorból
  - más szál hozzáfér az objektumhoz
  - *wait* után csak ha visszalépett

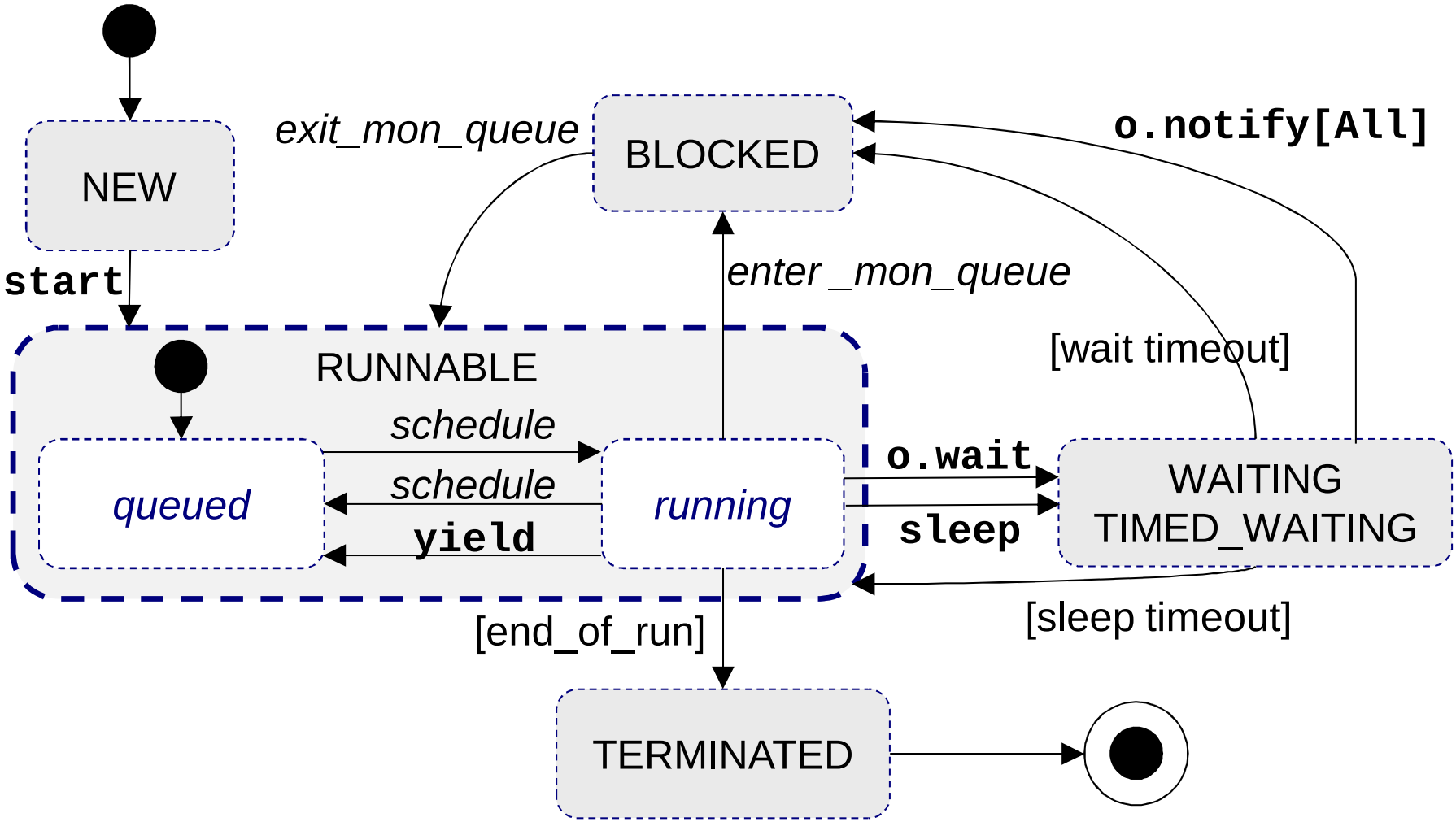
Monitor és wait-notify



Szálak állapotai

- **`NEW`**
  - újonnan létrehozva
- **`RUNNABLE (+running)`**
  - futásra kész
- **`BLOCKED`**
  - monitorra vár
- **`WAITING, TIMED_WAITING`**
  - várakozó szál (***`Object.wait, Thread.sleep`***)
- **`TERMINATED`**
  - befejezte a működését

Szálak állapotai



Példa: Szemafor pszeudokód

```
Init(Semaphore s, Integer v){
        s := v;
}
P(Semaphore s) {     // Acquire Resource
        wait until s > 0,
        then s := s-1;
        /* must be atomic once s > 0 is detected */
}

V(Semaphore s) {     // Release  Resource
        s := s+1;    /* must be atomic */
}
```

Példa: Szemafor Javaban

```
public class Semaphore {
	private int s;
	public Semaphore (int v) {
		s=v;
	}
	synchronized public void P()
		throws InterruptedException {
		while (s <= 0) {wait();}
		s--;
	}

	synchronized public void V() {
		s++;
		notify();
	}
}
```

Példa: sorompó feladat

```
public class Barrier {// N szál megvárja egymást
      ...
      public Barrier(int i) {...}
      public                  void waiting() {
            ...









      }
}
```

Példa: sorompó megoldás

```
public class Barrier {
	private int n, in;
	public Barrier(int i) {n = i; in = 0;}
	public synchronized void waiting() {
		in++;
		if (in < n) {
			wait();
		} else {
			in = 0;
			notifyAll();
		}
	}
}
```

Vizsgapélda

- Egy programban két Java szálunk van, *t1* és *t2*.
- Mindkettő ugyanazt a Qux objektumot ismeri (*q*).
- A *t1* meghívja a *q.foo()*, majd 1 mp múlva *t2* a *q.bar()* metódusát.
- A metódusok lefutása után a szálak megállnak.
- Milyen sorrendben zajlnak le a számozott sorok, és az egyes sorok futásakor milyen állapotba kerülnek a szálak?

Vizsgapélda (folyt.)

```
public class Qux {

  synchronized
  void foo() throws InteruptedException {    //1
    Thread.sleep(10000); // 10 mp-ig alszik  //2
    wait();                                  //3
  }                                          //4

  synchronized void bar() {                  //5
    notifyAll();                             //6
  }                                          //7
}
```

Genericitás

Genericitás

- Cél: ugyanaz a kód többféle típusra is egyformán működjön

- **C** megoldásai
  - **`void* malloc(size_t s)`**
    - kasztolgatás elég veszélyes
    - a hiba nem biztos, hogy kiderül
  - **`#define max(a,b) ((a)>(b)?(a):(b))`**
    - mellékhatások megnehezítik a használatát

Genericitás 2

- Cél: ugyanaz a kód többféle típusra is egyformán működjön

- **C++** megoldása
  - ```
    template <class T> T max(T a, T b) {
     return (a>b)?a:b;
    }
    ```
    - szemantikai megkötések **T** típusra, doksi fontos
    - fordításkor kiderül a hiba
    ```

Genericitás 3

- Cél: ugyanaz a kód többféle típusra is egyformán működjön

- **`Java`** eredeti megoldása (pre 5.0)
  - minden objektum az Object leszármazottja
    - **`C`**-s **`void*`** filozófia új köntösben
    - kód tele van kasztolásokkal
    - hiba csak futási időben derül ki

Generikus példa: Object

```
public class Store{
  Object[] os; int size;
  public Store(int i) {
    v = new Object[i];
    size = 0;
  }
  public void put(Object o) {
    os[size]=o; size++;
  }
  public Object get(int i) {
    return os[i];
  }
  public int size() {
    return size;
  }
}
```

```
Store s = new Store(10);

s.put("hello ");
s.put("world");
s.put("!");

for (int i = 0;
     i < s.size();
     i++) {

  String l = (String)s.get(i);
  System.out.print(l);

}
```

Generikus osztályok

- Java 5.0 óta vannak
- C++ template-hez hasonlók
  - De: nincs minden paraméterhez új osztály
    → kisebb kód
- egyértelműen jelzik az elvárt interfészt
  - programozó tudja, mit várunk el
- fordítási időben hibajelzés
- kasztolás-mentes kód

Generikus példa: Template

```
public class Store<T>{
  T[] os; int size;
  public Store(int i) {
    v = (T[])(new Object[i]);
    size = 0;
  }
  public void put(T o) {
    os[size]=o; size++;
  }
  public T get(int i) {
    return os[i];
  }
  public int size() {
    return size;
  }
}
```

```
Store<String> s =
       new Store(10);

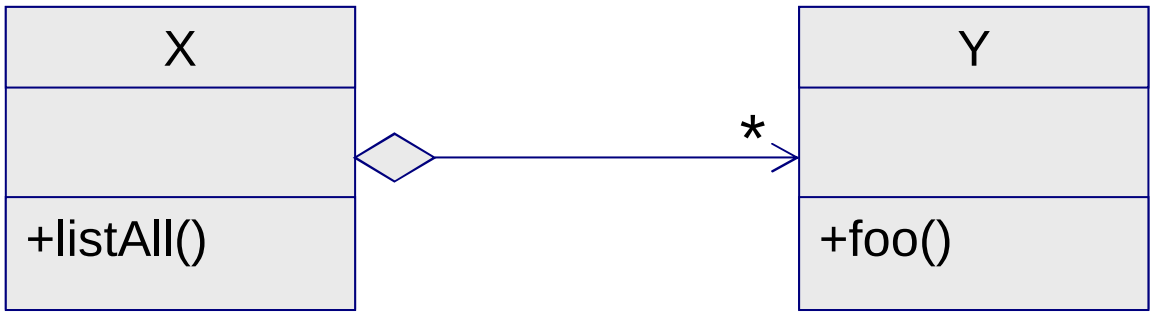
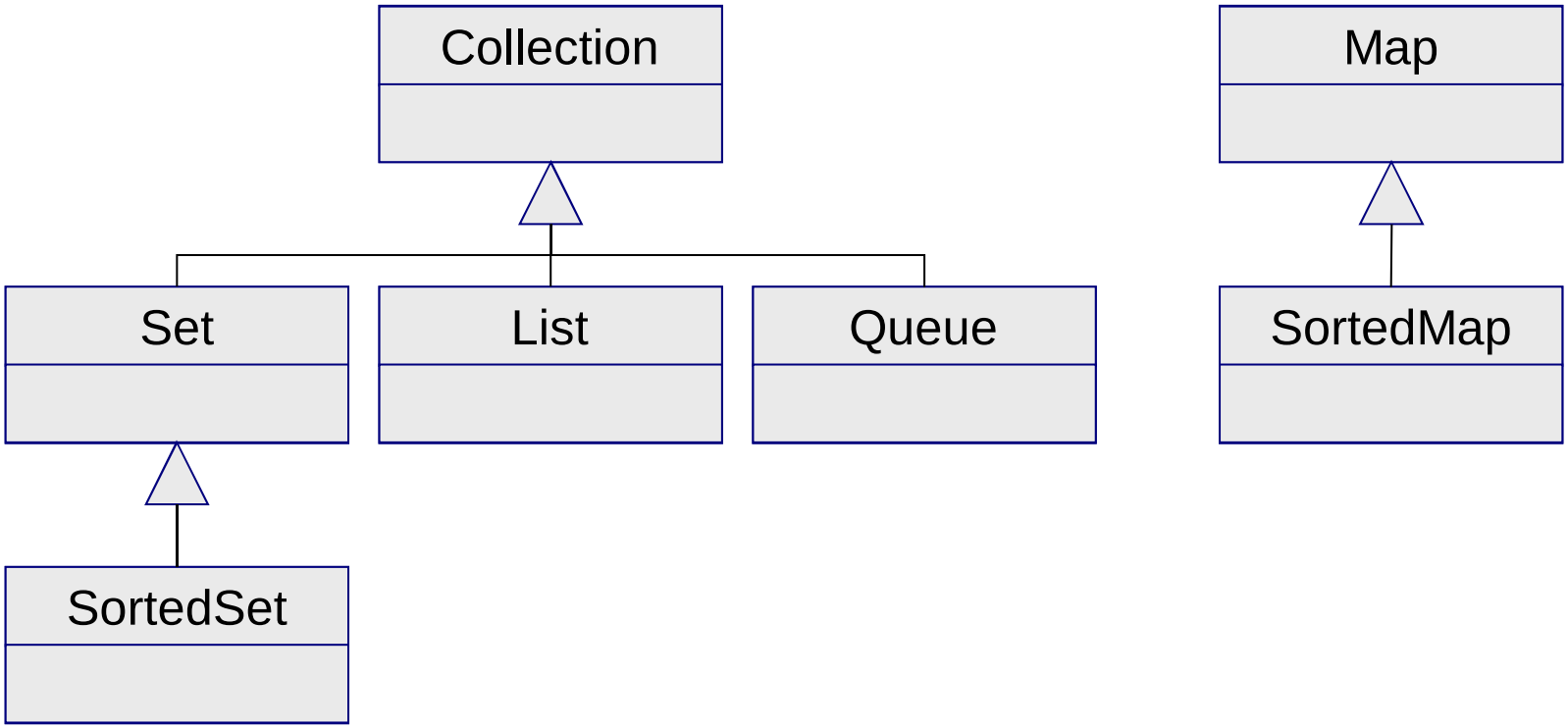
s.put("hello ");
s.put("world");
s.put("!");

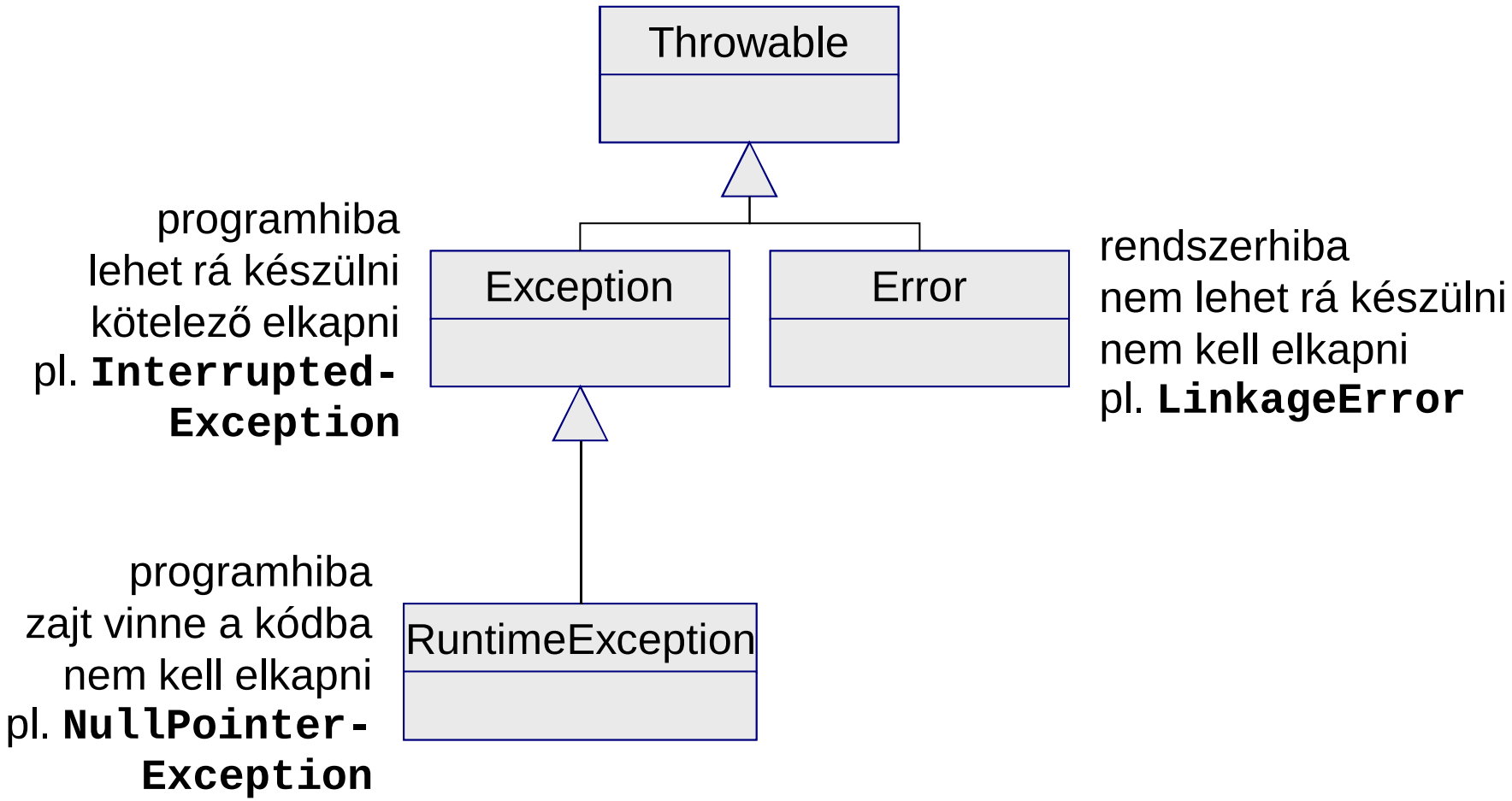
for (int i = 0;
     i < s.size();
     i++) {

  String l = s.get(i);
  System.out.print(l);

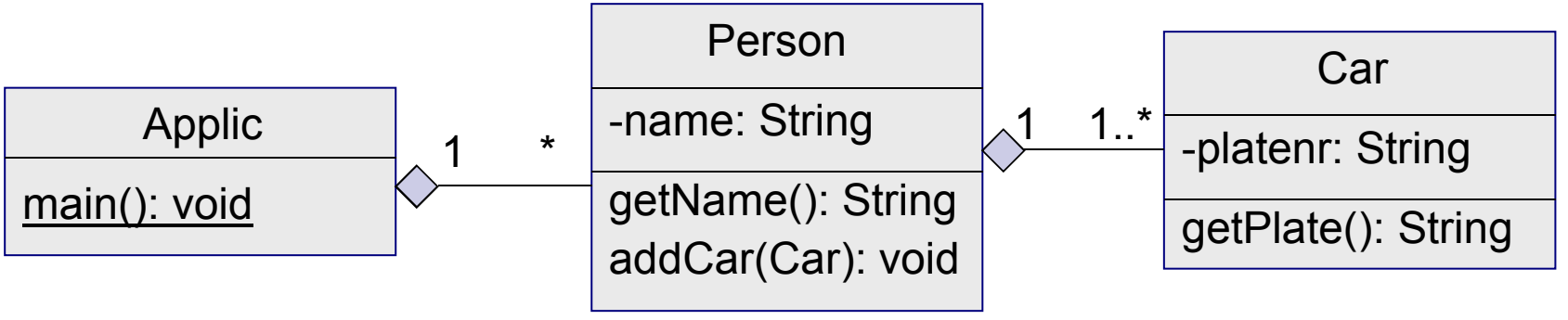
}
```

Genericitás megvalósítása

```
public class Proba {
    static public void main(String[] args) {
        Vector<Integer> v = new Vector<Integer>();
        Integer a = 3;
        v.add(a);
        Integer b;
        b = v.get(0);
    }
}
```

Genericitás megvalósítása

```
Vector<Integer> v = new Vector<Integer>();
 0:  new #2; //class java/util/Vector
 3:  dup // konstruktor paramétere
 4:  invokespecial #3; //java/util/Vector."<init>":()V
 7:  astore_1

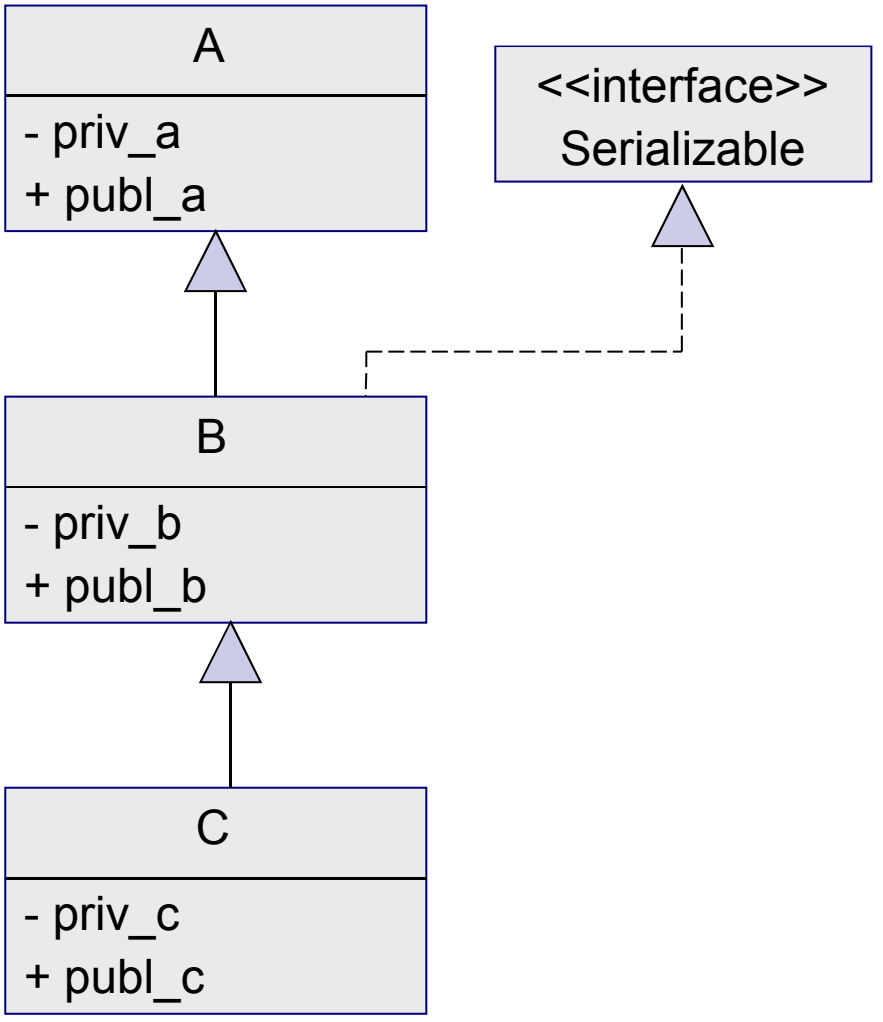
Integer a = 3;
 8:  iconst_3
 9:  invokestatic  #4;
       //Integer.valueOf:(I)Ljava/lang/Integer;
 12: astore_2
```

Genericitás megvalósítása

```
v.add(a);
 13: aload_1
 14: aload_2
 15: invokevirtual #5;
       //java/util/Vector.add:(Ljava/lang/Object;)Z
 18: pop // visszatérési értéket eldobjuk
b= v.get(0);
 19: aload_1
 20: iconst_0
 21: invokevirtual #6;
       //java/util/Vector.get:(I)Ljava/lang/Object;
 24: checkcast     #7; //class java/lang/Integer
 27: astore_3
// return
 28: return
```

Metainformációk

- Tekintsük a következő kódot

```
public Object get1(int i) {
      return os[i];
}
public T get2(int i) {
      return os[i];
}
```

```
String a,b;

a = store.get1(0);
b = store.get2(0);
```

- Honnan tudja a fordító, mikor kell *cast*?
  - template-típus tárolva van (T)

Gondok az öröklléssel (tömb)

```
Object[] oa = new String[10];
oa[0] = ”Hello”;
oa[1] = new Integer(2);
      //ArrayStoreException
```

- **`Object[]`** helyettesíthető pl. **`String[]`**-bel
- De csak a dinamikus típusnak megfelelő objektumokat tárolhat

Gondok az öröklléssel (kollekció)

```
void printFifo(Fifo<Object> of) {
  while (!of.isEmpty()) {
    System.out.println(of.pop());
  }
}
```

```
Fifo<String> sf = new Fifo<String>();
Fifo<Object> of = sf;
of.push(new Integer(13));
```

- **`Fifo<Object>`-nek** a **`Fifo<String>` nem** leszármazottja!
- Inkompatibilis a típusuk

Dzsóker *(wildcard)*: **?**

```
void printFifo(Fifo<?> of) {
  while (!of.isEmpty()) {
    System.out.println(of.pop());
  }
}
```

```
Fifo<String> sf = new Fifo<String>();
Fifo<?> of = sf;
of.push(new Integer(13)); // ford. hiba
of.push("Hello");         // ford. hiba
```

- **<?>** konvertálható bármivé, így **<Object>**-té is
- visszafele nem megy

Kötött dzsóker: *extends*

```
void pushAll(Fifo<E> s) {
  while (!s.isEmpty()) { push(s.pop()); }
}
```

- Mi legyen, ha **`s`** típusa **`Fifo<F>`**, ahol **`F`** az **`E`** leszármazottja?

```
void pushAll(Fifo<? extends E> s) {
  while (!s.isEmpty()) { push(s.pop()); }
}
```

Kötött dzsóker: *super*

```
public E popTo(Fifo<E> f1,
               Fifo<E> f2){
      E last = null;
      while (!f1.isEmpty()){
            last = f1.pop();
            f2.push(last);
      }
      return last;
}
```

```
Fifo<String> fs = ...;
Fifo<Object> fo = ...;
String last = popTo(fs,fo); // hibás hívás
```

Kötött dzsóker: *super* 2

```
public E popTo(Fifo<? extends E> f1,
               Fifo<E> f2){
      E last = null;
      while (!f1.isEmpty()){
            last = f1.pop();
            f2.push(last);
      }
      return last;
}
```

```
Fifo<String> fs = ...;
Fifo<Object> fo = ...;
String last = popTo(fs,fo); // hibás visszatérés
```

Kötött dzsóker: *super* 3

```
public E popTo(Fifo<E> f1,
               Fifo<? super E> f2){
      E last = null;
      while (!f1.isEmpty()){
            last = f1.pop();
            f2.push(last);
      }
      return last;
}
```

```
Fifo<String> fs = ...;
Fifo<Object> fo = ...;
String last = popTo(fs,fo); // hibátlan működés
```

Generikus metódusok

```
static public <E> E popTo(Fifo<E> f1,
                          Fifo<? super E> f2){
      E last = null;
      while (!f1.isEmpty()){
            last = f1.pop();
            f2.push(last);
      }
      return last;
}
```

Többszörös típusok

- Mi van akkor, ha a generikus típus egyszerre kell, hogy **X** és **Y** interfészű legyen?

```
<T extends X & Y>
```

```
public static
<T extends E & Comparable<? super F>>
T max(Collection<? extends T> coll)
```

Kollekciók

Kollekciók



Kollekciók: tömb

- beépített típus
- mérete rögzített
  - C/C++ nem ellenőriz, van **`realloc`**
  - Java ellenőriz, nincs **`realloc`**
  - objektumok (referenciák) másolása elkerülhetetlen
- típuskompatibilitás öröklésnél kérdéses
- kényelmes leírni

Kollekciók: dinam. adatszerk.

- Láncolt lista
  - egy- vagy kétirányú, gyűrű, strázsa, fésűs lista
- Bináris (n-es fa) fa
  - egyensúly, AVL fa
- Szófa
- Hash-tábla
  - hash függvény jósága

Kollekciók: általánosítás

- Alapműveletek azonosak
  - beszúrás, keresés, törlés
- Alapfunkciók azonosak
  - iterálás
- Implementáció-függő egyedi funckiók
  - sorrendiség
  - halmaz/lista
  - deep/shallow copy
  - optimalizálás: pl. beszúrásra v. keresésre

Kollekció keretrendszer

- Az interfészek



`Collection` interfész

- Általánosított tároló interfész
- Lehet, hogy
  - rendezett vagy nem
  - egyszeres vagy többszörös tárolás
- Definiciója generikus:

```
Collection<E>
```

`Collection` interfész 2

- **`void add(E e)`** *optional*
- **`void addAll(Collection<? extends E> c)`** *optional*
  - hozzáadás, shallow copy
- **`boolean remove(E e)`** *optional*
- **`boolean removeAll(Col<? ext E> c)`** *optional*
  - csak a referenciák törlődnek, nincs destruktorhívás!
- **`boolean retainAll(Col<? ext E> c)`** *optional*
  - csak **`c`**-ben is szereplő objektumokat tartja meg

`Collection` interfész 3

- **`boolean contains(E e)`** *optional*
- **`boolean containsAll(Col<? ext E> c)`** *optional*
  - tartalmazás
- **`void clear()`**
  - összes objektum referenciájának törlése
- **`int size()`**
- **`boolean isEmpty()`**
  - méret, üresség

`Collection` interfész 4

- **`boolean equals(E e)`**
  - azonosság: **`List`** és **`Set`** nem lehet azonos
  - kötelezően szimmetrikus kell legyen
- **`Object[] toArray()`**
  - a kollekció elemeit tartalmazó tömbbel tér vissza
- **`<T> T[] toArray(T[] ta)`**
  - a kollekció elemeit tartalmazó, **`ta`** típusú tömbbel tér vissza
- **`Iterator<E> iterator()`**
  - egy **`Iterator`** interfészű objektumot ad vissza

`Iterator` interfész

- Iterál egy kollekció elemein
  - nem ismert a sorrend
- Definíciója: **`Iterator<E>`**
- **`boolean hasNext()`**
  - igaz, ha van még iterálandó elem
- **`E next()`**
  - a következő elemmel tér vissza
- **`void remove()`**
  - törli az utoljára visszaadott elemet a kollekcióból

`Iterator` interfész 2

- Konkurencia (többszálúság) esetén
  - ha elemet törlünk, az megzavarhatja a többi iterátort
  - ilyenkor **`ConcurrentModificationException`** lehet a büntetés

```
Collection c = ...;
...
Iterator i1 = c.iterator();
Iterator i2 = c.iterator();
i1.next();
i2.next();
i2.remove();
i1.next();   // itt kapjuk a kivételt
```

`Iterator` interfész 3

- Tipikus használata:

```
Collection<Integer> c = ...;
...
Iterator<Integer> i = c.iterator();

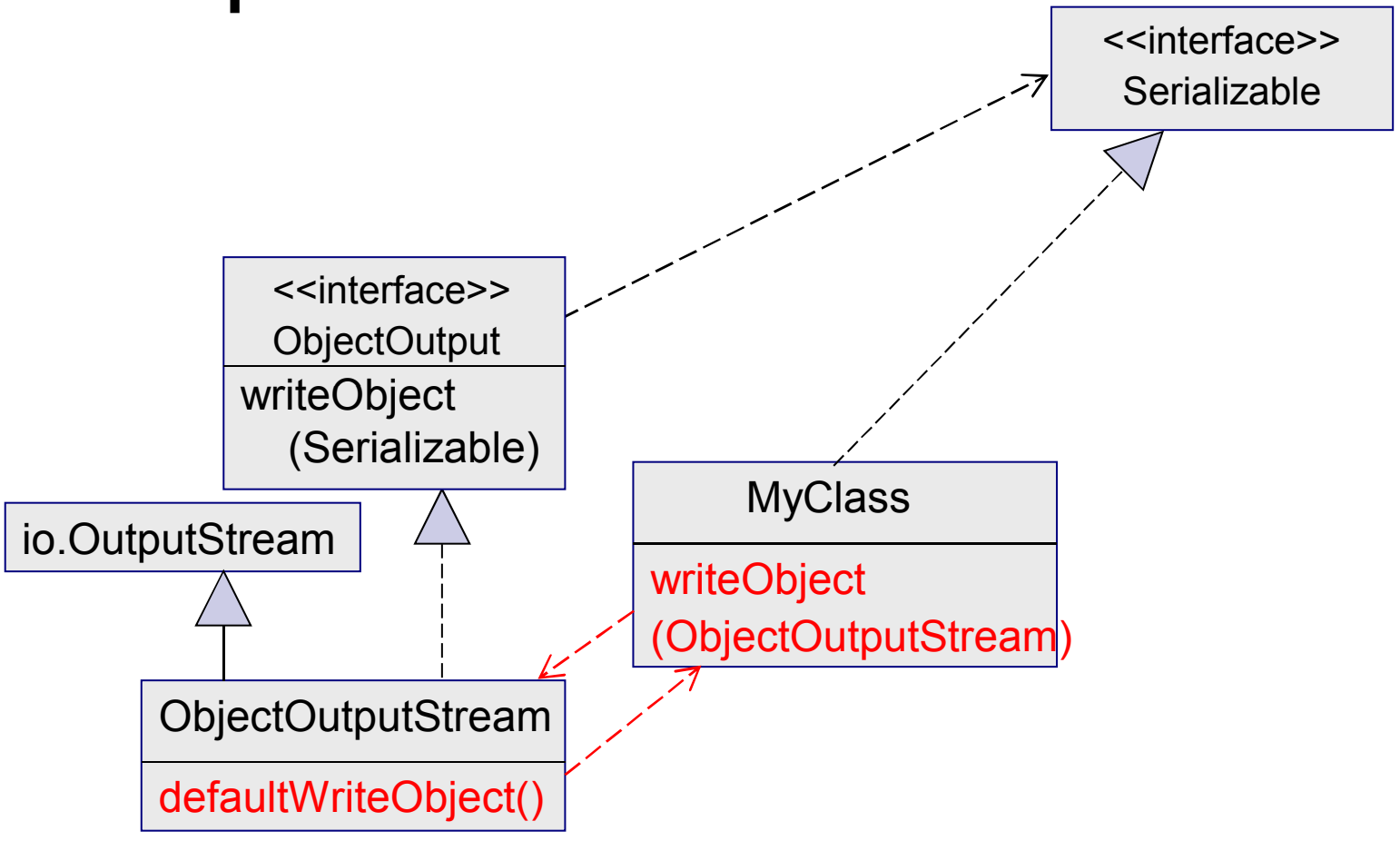
while (i.hasNext()) {
        int a = i.next(); // outboxing
        if (a < 0) {
                i.remove();
        }
}
```

`Set` interfész

- Halmaz, vagyis minden elem csak egyszer szerepel
- A sorrendjükről semmit sem tudunk
- Az iterátor is tetszőlegesen adhatja vissza az elemeket
- Nincs a kollekciót bővítő metódusa
- Tipikus implementáció: **`HashSet`**

`SortedSet` interfész

- Olyan halmaz, amiben az elemek sorrendje rögzített
- Az elemek döntik el, hogy mi a sorrend
  - természetes vagy **`Comparator`** minta
  - *(Strategy)*
- Az iterátor az adott sorrendben adja vissza az elemeket
- Tipikus implementáció: **`TreeSet`**

Összehasonlítás

- Természetes
  - megvalósítja a `Comparable<T>` interfészt
  - `int compareTo(T o)`

    $$\text{this}\ \Delta\ o \ \leftrightarrow\ \text{this.cmp}(o)\ \Delta\ 0$$

  - csak egyféleképpen működik
  - fordítási időben eldől
    - trükközni lehet ☺

Összehasonlítás

- Comparatorral
  - *Strategy* minta: kivesszük *T* kezéből
  - `interface Comparator<T>`
  - `int compare(T o1, T o2)`
    - T-ket hasonlít

$$o1 \;\Delta\; o2 \;\leftrightarrow\; cmp(o1,o2) \;\Delta\; 0$$

  - `boolean equals(Object obj)`
    - comparatorokat hasonlít

`SortedSet` interfész 2

- **`Comparator<? super E> comparator()`**
  - visszaadja a rendező objektumot, vagy **`null`**-t ha természetes rendezés
- **`E first()`** első elem
- **`E last()`** utolsó elem
- **`SortedSet<E> headSet(E to)`**
  - **`to`**-ig az elemek (exkluzívan)
- **`SortedSet<E> tailSet(E from)`**
  - **`from`**-tól az elemek (inkluzívan)
- **`SortedSet<E> subSet(E from, E to)`**
  - **`from`**-tól **`to`**-ig az elemek

`List` interfész

- Elemek sorozata (szekvencia)
- Egy elem többször is
- Minden elem helye ismert
  - index alapján elérhetők
- Kereshetőek az elemek
- **`ListIterator`**-t ad a hatékonyabb eléréshez
  - **`ListIterator`** az **`Iterator`** leszármazottja
- Tipikus implementáció: **`ArrayList`**

`List` interfész 2

- **`boolean add(E e)`**
  - a lista végére fűzi **`e`**-t
- **`void add(int i, E e)`**
  - a lista **`i`**. helyére teszi **`e`**-t, a többit shifteli
- **`boolean addAll(int i, Col<? ext E> e)`**
  - a lista **`i`**. helyétől berakja **`e`** elemeit, a többit shifteli
- **`E set(int i, E e)`**
  - a lista **`i`**. helyére teszi **`e`**-t, a korábbi elemet visszaadja
- **`E get(int i)`**
  - visszaadja az **`i`**. elem referenciáját

`List` interfész 3

- **`int indexOf(Object o)`**
  - visszaadja az objektum első előfordulásának helyét
- **`int lastIndexOf(Object o)`**
  - visszaadja az objektum utolsó előfordulásának helyét
- **`E remove(int i)`**
  - a lista **`i`**. helyéről törli az elemet, a referenciáját visszaadja
- **`List<E> subList(int from, int to)`**
  - visszaadja egy listában az intervallum elemeit
- **`ListIterator<E> listIterator([int i])`**
  - [adott indextől] lista-iterátort ad vissza

`ListIterator` interfész

- **`void add (E e)`**
  - hozzáadja az objektumot a listához az aktuális pozíción
- **`void set(E e)`**
  - utoljára visszaadott elemet cseréli
- **`E previous()`**
  - a legutoljára visszaadott elem előtti elemet adja vissza
- **`boolean hasPrevious()`**
  - igaz, ha **`previous`** tud még elemet adni
- **`int nextIndex() | int previousIndex()`**
  - a következő **`next/previous`** hívással visszaadandó elem indexe

`Queue` interfész

- Puffer implementálásához
- Lehet FIFO, LIFO, *Comparator*-vezérelt
- Kétfajta metódus, hiba esetén
  - kivételt dob
  - visszatérési értékben jelez
- Tipikus implementáció: **`LinkedList`**

`Queue` interfész 2

- **`boolean add(E e)`** *`(IllegalStateException)`*
- **`boolean offer(E e)`**
  - berakja az objektumot a sorba
- **`E element()`** *`(NoSuchElementException)`*
- **`E peek()`**
  - visszadja, de nem törli a sor elején levő elemet
- **`E remove()`** *`(NoSuchElementException)`*
- **`E poll()`**
  - visszaadja és törli a sor elején levő elemet

`Map` interfész

- Kulcsok és értékek párjait tárolja
- Kulcs alapján értéket egyértelműen visszaadja
- Módosítható (mutable) objektumok használata kontraindikált
- Három nézet
  - kulcsok halmaza
  - értékek halmaza
  - kulcs-érték párok halmaza
- Tipikus implementáció: **`HashMap`**

`Map` interfész 2

- Definíció: **`Map<K,V>`**
  - **`K`** a kulcsok típusa
  - **`V`** az értékek típusa
- Ami ugyanaz, mint a **`Collection`**-nél:
  - **`void clear()`**
  - **`boolean equals()`**
  - **`boolean isEmpty()`**
  - **`int size()`**

`Map` interfész 3

- **`V put(K key, V value)`**
  - hozzáadja a kulcs-érték párt a leképzéshez
- **`void putAll(Map<? ext K, ? ext V> m)`**
  - a megadott leképzés elemeit hozzáadja a leképzéshez
- **`V get(K key)`**
  - visszaadja a kulcshoz tartozó értéket, nem törli
- **`V remove(K key)`**
  - törli és visszaadja a kulcshoz tartozó értéket

`Map` interfész 4

- **`boolean containsKey(Object key)`**
- **`boolean containsValue(Object value)`**
  - igaz, ha leképzés tartalmazza a kulcsot/értéket
- **`Set<K> keySet()`**
  - visszaadja a leképzésben szereplő
- **`Collection<V> values()`**
  - visszaadja a leképzésben szereplő értékeket
- **`Set<Map.Entry<K,V>> entrySet()`**
  - visszaadja a párok halmazát

*Miért **Set** és **Collection**?*

`SortedMap` interfész

- A Set kibővítése úgy, hogy a kulcsok rendezve legyenek
  - vagy természetes rendezés
  - vagy **`Comparator`** alapján
- A visszaadott nézetek (**`keys()`, `values()`, `entrySet()`**) ezt tükrözik
  - az iterátorok a kulcsok sorrendjében lépnek
- Tipikus implementáció: **`TreeMap`**

`SortedMap` interfész 2

- **`Comparator<? super K> comparator()`**
  - visszaadja a kulcsok összehasonlítóját
- **`K firstKey()`**
- **`K lastKey()`**
  - visszaadja az első/utolsó kulcsot
- **`SortedMap<K,V> headMap(K from)`**
- **`SortedMap<K,V> subMap(K from, K to)`**
- **`SortedMap<K,V> tailMap(K to)`**
  - visszaadja a leképzés elejét/közepét/végét

For ciklus kollekción

- Java 1.5 előtt iterátorral
  - **`hasNext()`** és **`next()`** metódusokkal
- Java 1.5 bevezette az egyszerűsített *for* ciklust
- Mindenen, ami *Iterable*

```
Collection<Integer> c = ...;
...
for (Integer i : c) {
        System.out.println(i);
}
```

For ciklus kollekción 2

- Előnyei
  - olvashatóbb, tisztább kód
  - tömbön is működik

```
static public void main(String[] args) {
  for (String s : args) { System.out.println(s); }
}
```

- Hátránya
  - nincs **`remove()`**

Konkurens kollekció-elérés

- Több szál esetén fokozott figyelem kell a kollekciókhoz
- Alap kollekciók nem szálbiztosak
- Speciális kollekciók a korrekt konkurenciához
  - **`java.util.concurrent`** csomagban
    - **`ConcurrentMap<K,V>`**
    - **`CopyOnWriteArrayList<E>`**
    - **`Semaphore`**
    - **`...`**

Konkurens kollekció-elérés 2

- Csomagoló osztályok (decorator minta)
- **`java.util.Collections`**
  - **`Collection synchronizedCollection(Collection c)`**
  - **`List synchronizedList(List c)`**
  - **`Map synchronizedMap(Map c)`**
  - **`Set synchronizedSet(Set c)`**
  - **`SortedMap synchronizedSortedMap(SortedMap c)`**
  - **`SortedSet synchronizedSortedSet(SortedSet c)`**

Read-only kollekciók

- Kollekciók paraméterként
  - Java: shallow copy → változtatható
  - C++-ban: *const* kulcsszó
- **`java.util.Collections`**
  - **`Collection unmodifiableCollection(Collection c)`**
  - **`List unmodifiableList(List c)`**
  - **`Map unmodifiableMap(Map c)`**
  - **`Set unmodifiableSet(Set c)`**

Kollekciókezelés

- Collections utility osztály
  - emptyList (Map, Set), singletonList (Map, Set)
  - fill, copy, list (from Enumeration), disjoint
  - max, min, frequency, binarySearch
  - sort, shuffle, reverse, rotate
  - wrapperek
    - concurrent, unmodifiable, checked

Keretrendszer használata

```
List<Student> s = new ArrayList<Student>();
```

- Statikus típus
  - funkcionális követelmények
  - minél absztraktabb legyen
  - tervezésnél erre kell koncentrálni
- Dinamikus típus
  - nem funkcionális követelmények
  - akár futási időben cserélhető
  - megvalósításnál erre kell koncentrálni

Reflection

Reflection

- Lehetővé teszi az osztályok, objektumok futási időben történő vizsgálatát és módosítását
  - bővíthetőségi lehetőségek
    - futási időben külső osztályok betöltése, objektumok elérése
  - osztálymegjelenítők
    - osztályok metainformációinak futási idejű vizsgálata
  - debuggerek, teszteszközök
    - a futás során az alkalmazás elemeinek ellenőrzése
    - objektumok elérése

Reflection 2

- Óvatosan kell vele bánni
  - teljesítményromlás
    - reflection használata megnöveli az erőforrásigényt és a futási időt
  - biztonsági megkötések
    - a reflection használatához engedélyek kellenek, amik egyes SecurityManagerek mellett nem állnak rendelkezésre
  - egységbezárás megbontása
    - olyan dolgokat is meg lehet tekinteni, lehet módosítani, ami sérti az OO elveket

Osztályok metainformációi

- **`Object.getClass()`**
  - visszaadja az adott objektum osztályát leíró **`Class`** objektumot
- **`.class`** elérés
  - **`boolean.class`** visszaadja a **`boolean`** primitív típus objektumát
  - **`String.class`** visszaadja a **`String`** osztályt leíró objektumot
- **`Class.forName()`**
  - **`Class.forName("java.lang.String")`** visszaadja a **`String`** osztályt leíró objektumot

`Class<T>` metódusai

- **`Class<? super T> getSuperClass()`**
  - ősosztály leírója
- **`Class<?>[] getClasses()`**
- **`Class<?>[] getDeclaredClasses()`**
- **`Class<?>[] getEnclosingClasses()`**
  - tag/deklarált/beágyazott osztályok leírói

`Class<T>` metódusai 2

- **`Constructor<T> getConstructor(Class<?>... parameterTypes)`**
  - adott paraméterű *publikus* konstruktor leírója
- **`Constructor<?>[] getConstructors()`**
  - összes *publikus* konstruktor leírója
- **`Constructor<T> getDeclaredConstructor(Class<?>... parameterTypes)`**
  - adott paraméterű konstruktor leírója
- **`Constructor<?>[] getDeclaredConstructors()`**
  - összes konstruktor leírója

`Class<T>` metódusai 3

- **`Field get[Declared]Field(String name)`**
- **`Field[] get[Declared]Fields()`**
  - adott nevű / összes mező leírója
- **`Method get[Declared]Method(String name, Class<?>... parameterTypes)`**
- **`Method[] get[Declared]Methods()`**
  - adott szignatúrájú / összes metódus leírója

`Class<T>` metódusai 4

- **`String getName()`**
  - az osztály neve
- **`Package getPackage()`**
  - az osztály csomagja
- **`int getModifiers()`**
  - az osztály módosítói (**`public`**, **`static`**, **`abstract`**, stb), kódolva
- `...`

`Method` metódusai

- **`String getName()`**
  - metódus neve
- **`int getModifiers()`**
  - metódus módosítói (pl. public) kódolva
- **`Class<?>[] getParameterTypes()`**
  - paramétereinek típusa
- **`Class<?> getReturnType()`**
  - visszatérési érték típusa

`Method` metódusai 2

- **`Class<?>[] getExceptionTypes()`**
  - kivételek típusa
- **`Class<?> getDeclaringClass()`**
  - az osztály leírója, amiben a metódus szerepel
- **`Object invoke(Object obj, Object... args)`**
  - metódus meghívása
  - adott objkektumon
  - adott paraméterekkel

`Field` metódusai

- **`String getName()`**
  - attribútum neve
- **`Class<?> getType()`**
  - attribútum típusa
- **`Object get(Object obj)`**
- **`int getInt(Object obj)`**
  - attribútum értékének lekérése (általánosan és primitív típusra)
- **`void set(Object obj, Object value)`**
- **`void setInt(Object obj, int i)`**
  - attribútum értékének beállítása (általánosan és primitív típusra)

Kivételkezelés, Felsorolás, Vararg

Kivételkezelés története: **C**

- hibajelzés a visszatérési értékben

```
while ((c=getchar()) != EOF) {
      c = toupper(c);
      putchar(c);
}
```

- keveredik a típus és a metatípus
- **`setjmp()`** és **`longjmp()`** primitív kivételkezelést ad

Kivételkezelés története: C++

- megjelenik a klasszikus kivételkezelés

```
try {
   ...
} catch (E e) { // E típ. kiv.
} catch (...) { // minden más
   ...
   throw;
}
```

- nincs egyértelmű kivétel-típus

Kivételkezelés története: **`Java`**

- a C++ változaton alapul
- van saját kivételosztály, csak ez dobható
  - **`Throwable`**
- kötelező definiálni, mit nem kap el
  - **`throws`**
- elkapandó és nem-elkapandó kivételek is
  - **`Exception`**, **`RuntimeException`**, **`Error`**
- záró blokk: **`finally`**

Kivételkezelés

```
void foo(String s) throws IOException {
        …
}
```

```
FileInputStream fis = new FileInputStream(“a”);
try {
        ...
        foo(s);
        ...
} catch (IOException e) {
        ...
        throw e;
} finally {
        fis.close();
}
```

Kivételek hierarchiája



Láncolt kivételek

```
public AST parseFile(File f) throws ParseException {
        AST ast = new AST();
        try {
                …
        } catch (IOException e) {
                ParseException pe = new ParseException();

                throw pe;
        }
        …
        return ast;
}
```

```
try { ast = parseFile(f); }
catch (ParseException pe) { pe.printStackTrace(); }
```

Láncolt kivételek 2

```
public AST parseFile(File f) throws ParseException {
        AST ast = new AST();
        try {
                …
        } catch (IOException e) {
                ParseException pe = new ParseException();
                pe.initCause(e);
                throw pe;
        }
        …
        return ast;
}
```

```
try { ast = parseFile(f); }
catch (ParseException pe) { pe.printStackTrace(); }
```

Láncolt kivételek 3

```
ParseException
        at Test2.parseFile(Test2.java:19)
        ...

Caused by: IOException
        at Test2.nextString(Test2.java:12)
        ...
        at Test2.parseFile(Test2.java:17)
```

- a **`Throwable`**-ben Java 1.4 óta beállítható egy *cause*
- a *stack-trace*-ben is megjelenik

Enum: integerekkel

- Enum intekkel

```
public static final int TUDOR=0;
public static final int VIDOR = 1;
public static final int HAPCI = 2;
…
```

- Nem típusérzékeny
  - minden **`int`**
- Módosítás újrafordítást igényel
- Kiíratás nem informatív

Enum: pattern

- *Typesafe enum pattern*

```
public final class Enum implements java.io.Serializable {
    public static final Enum TRUE = new Enum (true);
    public static final Enum FALSE = new Enum (false);
    public String toString () {
        return String.valueOf (m_value).toUpperCase ();
    }
    private Enum (boolean value) { m_value = value; }
    private Object readResolve ()
      throws java.io.ObjectStreamException {
        return (m_value ? TRUE : FALSE);
    }
    private boolean m_value;
} // end of class
```

Enum: valódi típus

- valódi felsorolás típus (Java 1.5)
- saját osztállyal
- attribútumokkal
- metódusokkal
- szerializálható
- kiíratható
- rövid *for* ciklus működik
- switch-case működik

Enum példa

```
public enum Törpe {
       TUDOR, VIDOR, SZENDI, SZUNDI, HAPCI, MORGÓ, KUKA
}
```

```
public enum Törpe {
       TUDOR(210), VIDOR(120), SZENDI(90), SZUNDI(95),
       HAPCI(110), MORGÓ(170), KUKA(10);
       private final int iq;
       Törpe(int i) { iq = i; }
       public int iq { return iq; }
       public String ének() { return "-Hejhó! -"+iq; }
}
```

```
for (Törpe t : Törpe.values()) {
       System.out.println(t+": "+t.ének());
}
```

Enum példa 2

```
enum Betuk {A, B, C}
```

```
Betuk e = Betuk.A;
switch (e) {
      case A: System.out.println(“A!”); break;
      case B: System.out.println(“B!”); break;
      case C: System.out.println(“C!”); break;
}
```

```
if (e == Betuk.B) { ... }
```

Enum metódusai

- **`String name()`**
  - enum konstans neve
- **`int ordinal()`**
  - konstans sorszáma
- **`static <T extends Enum<T>> T valueOf([Class<T> enumType,] String name)`**
  - adott [típusú és] nevű konstanst ad vissza
- **`static <T extends Enum<T>> T[] values()`**
  - az enum típus konstansait adja vissza

Enum genericitása

```
Enum<E extends Enum<E>>
```

- enumot csak enum leszármazottjával lehet paraméterezni
- speciális metódusokat örököl

```
public final int compareTo(E o){ ... }
```

- ezek a metódusok csak a konkrét enum típuson értelmesek

Változó hosszúságú paraméterlista

- Pre 1.5: tömböt kellett átadni
  - kényelmetlen

```
void foo(String s, Object[] oa) { for (Object o : oa) …; }
```

- 1.5: *varargs*
  - tömbként és felsorolva is átadható
  - csak a paraméterlista végén állhat

```
void foo(String s, Object… oa) { for (Object o : oa) …; }
```

```
Object[] oo = {"a", "b", "c"};
foo("X", oo);
foo("X", "j", "k", "l", "m", "n");
```

Objektumorientált szoftvertervezés

3. Perzisztencia

Bevezetés

- Perzisztencia:
  - kitartás, állhatatosság, szívósság
- Persistence
  - , the characteristic of data that outlives the execution of the program that created it. Without this capability, data only exists in memory, and will be lost when the memory loses power. *(wikipedia)*
  - is the ability of the programmer to have her/his data survive the execution of a process, in order to eventually reuse it in another process.
    (OODB System Manifesto, Univ. Leeds)

Bevezetés

- Objektumok
  - Viselkedés
  - Szerkezet
  - Állapot
  - Egyediség
- Élettartam
  - Automatikus változók: blokk
  - Attribútumok: objektum
  - Osztályváltozók: program futása

Bevezetés

- Hogyan élhetjük túl a restartot ?
  - Mi az, hogy túlélni ?
  - Viselkedés és struktúra ?
  - Állapot visszaállítása
  - Mi van a referenciákkal ?

Bevezetés

- Hogyan élhetjük túl a restartot ?
- Megoldások
  - Szerializálás, fájlkezelés
    - Egyszerű, gyors, nincs query

Bevezetés

- Hogyan élhetjük túl a restartot ?
- Megoldások
  - Relációs adatbázis
    - gyors, query, transzformáció
    - "Using tables to store objects is like driving home and then disassembling the car to put in the garage. It can be assembled again in the morning, but one eventually asks whether this is the most efficient way to park a car." *Esther Dyson*
    - Relációs séma kontra objektum modell

Bevezetés

- Hogyan élhetjük túl a restartot ?
- Megoldások
  - Objektum orientált adatbázisok
    - Egyszerű, gyors, query
    - Nincs transzformáció, OO modell

Tartalomjegyzék

- Egy egyszerű feladat
- Megoldás erőből
  - Szerializálás
- Éljen a relációs adatbázis !
  - Hibernate 3.0
- Még absztraktabban !
  - Java Persistence API, EclipseLink
- Maradjunk az OO-nál !
  - Objectstore - PSEPro

Egy egyszerű feladat

Feladatdefiníció

- autók nyilvántartása
  - vegyünk fel autót (tulajdonossal)
  - listázzuk az autókat tulajdonosonként
  - korlátozások
    - rendszám egyedi
    - tulajdonos egyedi



Tranziens megoldás

Szerializálás

Terminológia

- folyamat (*serialization*), amelyben egy objektum attribútumait bináris formába alakítjuk át.
  - *deflating, marshalling*
- az ellentétes folyamatban (*deserialization*) az adatstruktúrát helyreállítjuk a bináris formából
  - *inflating*, *unmarshalling*

Kimentés

```
import java.io.Serializable;
<mod> class SerializableClass
                    implements Serializable
{ ... }

import java.io.*;
try {
      FileOutputStream f =
                    new FileOutputStream(”filename”);
      ObjectOutputStream out =
                    new ObjectOutputStream(f);
      out.writeObject(_SerializableClass);
      out.close();
}
catch(IOException ex) { ... }
```

Visszaállítás

```
import java.io.*;
try {
      FileInputStream f =
                  new FileInputStream("filename");
      ObjectInputStream in =
                  new ObjectInputStream(f);
      o_ins = (SerializableClass)in.readObject();
      in.close();
}
catch(IOException ex) { ... }
catch(ClassNotFoundException ex) { ... }
```

- Nincs konstruktor hívás !

Szabályok, folyamat

- Csak a **`Serializable`** interface-t implementáló osztályok (és azok leszármazottai) szerializálhatóak
- **`Serializable`** – formális
- tömbök IGEN
- **`java.lang.Object`** NEM
- **`Thread`**, **`OutputStream`**, **`Socket`** NEM

Szabályok, folyamat

- **`writeObject`** – tranzitív
  - az első előfordulás tárolt, a többi csak platformfüggetlen azonosító
  - ismételt kiírás – NEM felülírás

```
out.writeObject(_a);
out.writeObject(_a);
```

- mindegyik nem **`transient`**, nem **`static`** attribútum
- legősibb szerializálhatótól indul

Öröklés


A
- priv_a
+ publ_a
<<interface>>
Serializable
B
- priv_b
+ publ_b
C
- priv_c
+ publ_c

Öröklés állj !!

```
private void writeObject(ObjectOutputStream out)
                                    throws IOException
{
      throw new NotSerializableException("X");
}


private void readObject(ObjectInputStream in)
      throws IOException, ClassNotFoundException
{
      throw new NotSerializableException("X");

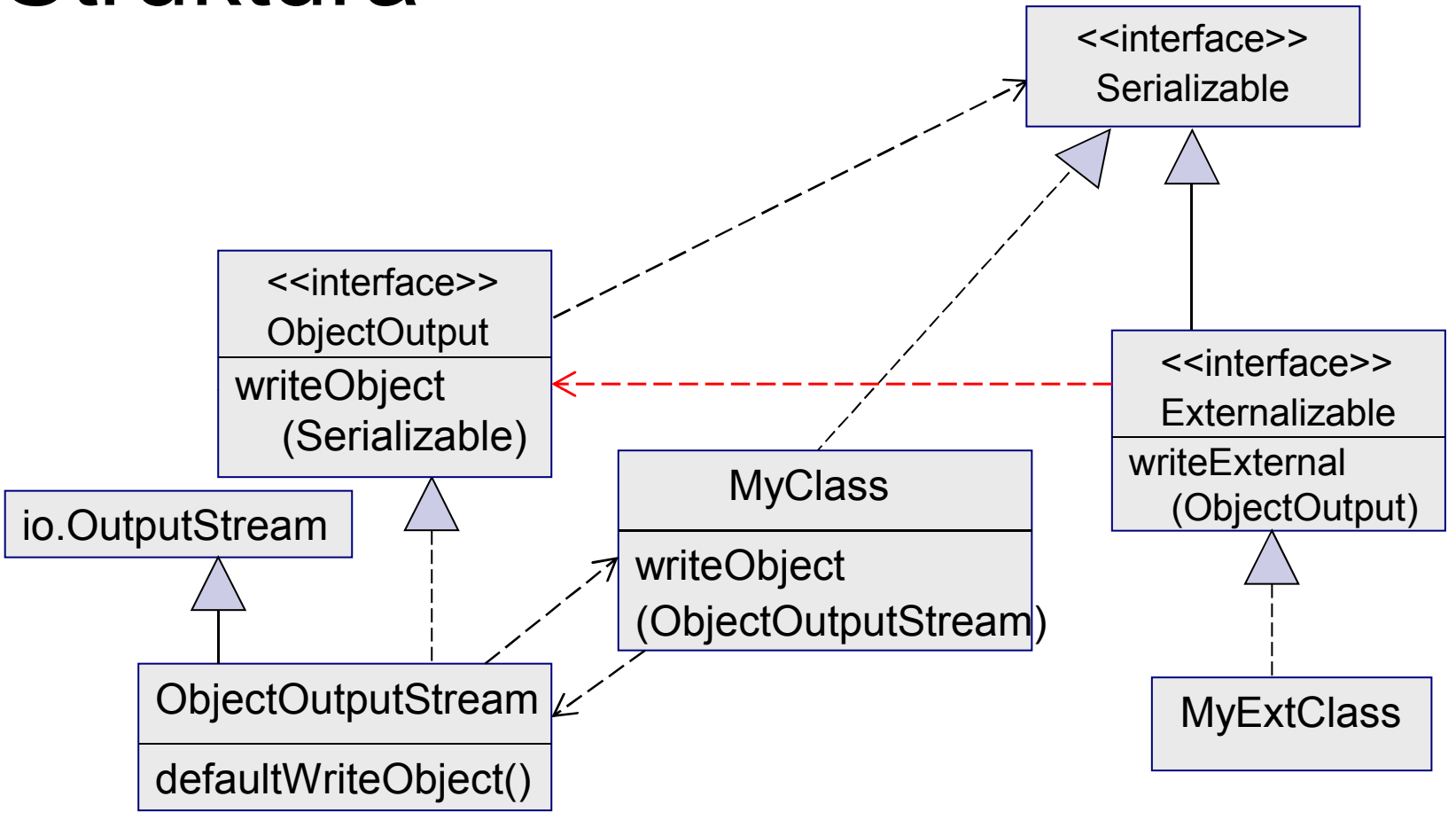
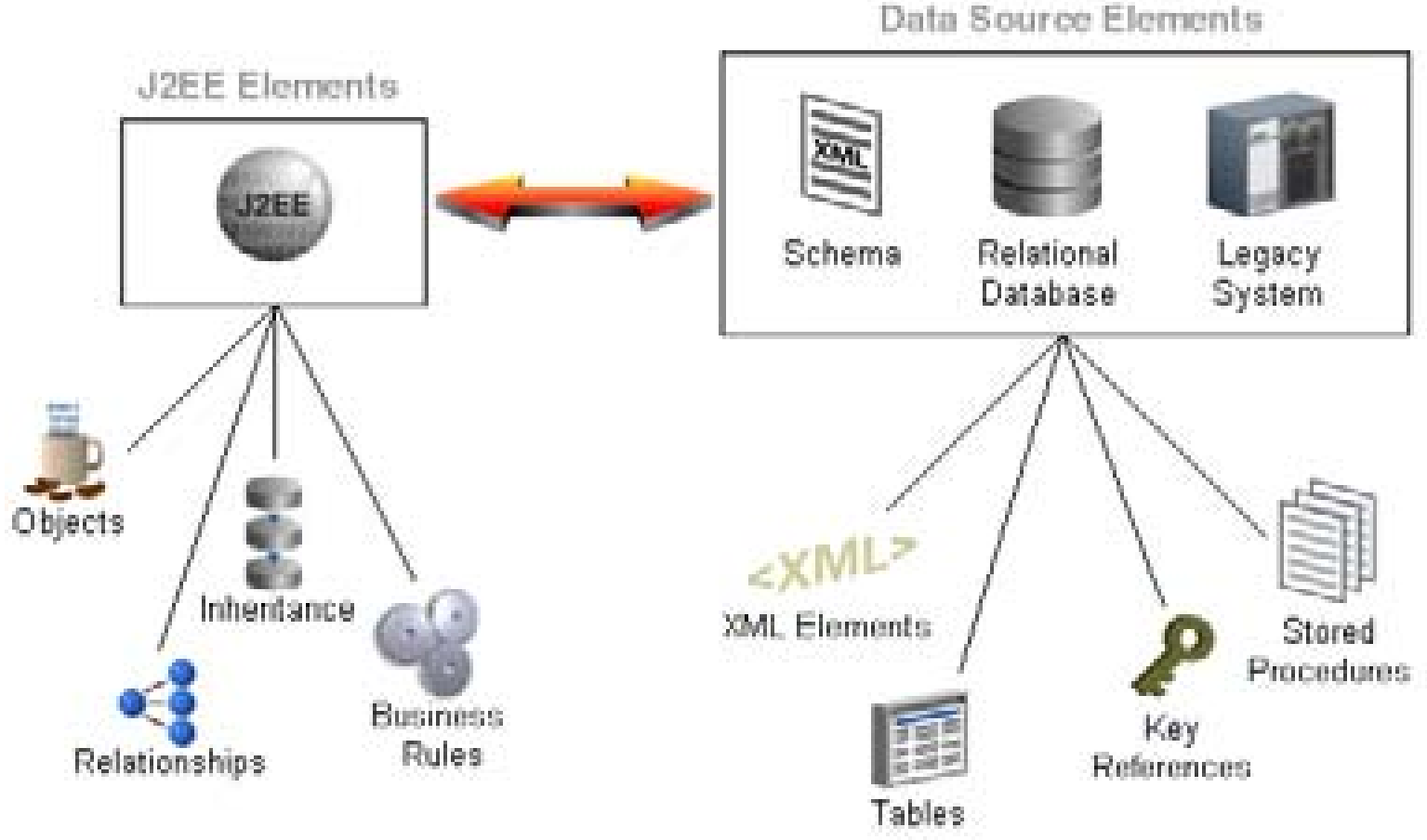
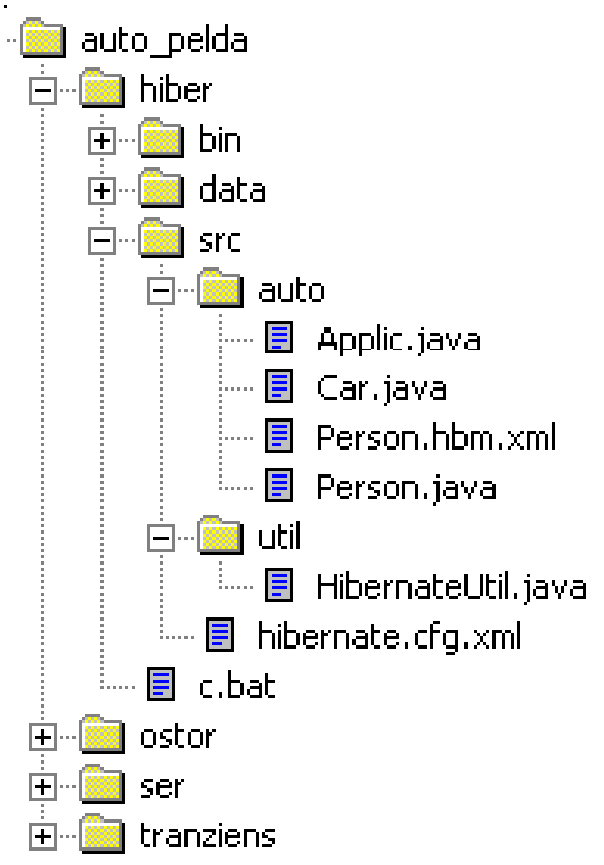
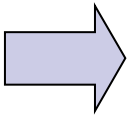
}
```

Szereplők


<<interface>>
Serializable
<<interface>>
ObjectOutput
writeObject
(Serializable)
io.OutputStream
MyClass
writeObject
(ObjectOutputStream)
ObjectOutputStream
defaultWriteObject()

Saját szerializálás

```
private void writeObject(ObjectOutputStream out)
                                    throws IOException
{
      out.defaultWriteObject();
}


private void readObject(ObjectInputStream in)
      throws IOException, ClassNotFoundException
{
      in.defaultReadObject();
      // inicializálás
}
```

ObjectOutput

```
public interface ObjectOutput extends DataOutput
{
    public void writeObject(Object obj) throws
                                    IOException;
    public void write(int b) throws IOException;
    public void write(byte b[]) throws IOException;
    public void write(byte b[], int off, int len)
                                    throws IOException;
    public void flush() throws IOException;
    public void close() throws IOException;
}
```

ObjectInput

```
public interface ObjectOutput extends DataOutput
{
    public Object readObject()
      throws ClassNotFoundException, IOException;
    public int read() throws IOException;
    public int read(byte b[]) throws IOException;
    public int read(byte b[], int off, int len)
                                  throws IOException;
    public long skip(long n) throws IOException;
    public int available() throws IOException;
    public void close() throws IOException;
}
```

Szerializálható mezők

- **serialPersistentFields**

```
class Datum implements Serializable {
  int ev, honap, nap;
  ...
  private static final ObjectStreamField[]
              serialPersistentFields =
           { new ObjectStreamField("datum", int.class) };

  private void writeObject( ObjectOutputStream out )
                                      throws IOException {
    ObjectOutputStream.PutField adatok = out.putFields();
    adatok.put("datum",10000*ev+100*honap+nap);
    out.writeFields();
  }
```

Szerializálható mezők

- **serialPersistentFields**

```
  private void readObject( ObjectInputStream in ) throws
        IOException, ClassNotFoundException {

    ObjectInputStream.GetField adatok = in.readFields();
    int d = adatok.get("datum",0);
    nap   = (int) (d % 100);
    honap = (int) ((d / 100) % 100);
    ev    = (int) (d / 10000);
  }
}
```

Helyettesítés

- Interceptor – szerializálás közben
  - visszad egy objektumot,
    - amiből
    - amibe szerializálunk

```
<mod> Object writeReplace() throws
                          ObjectStreamException;

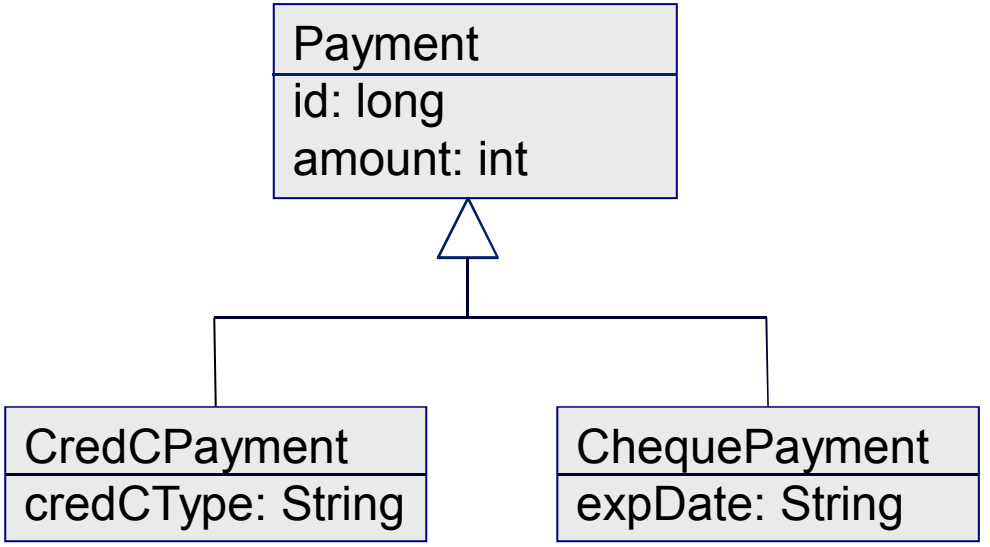
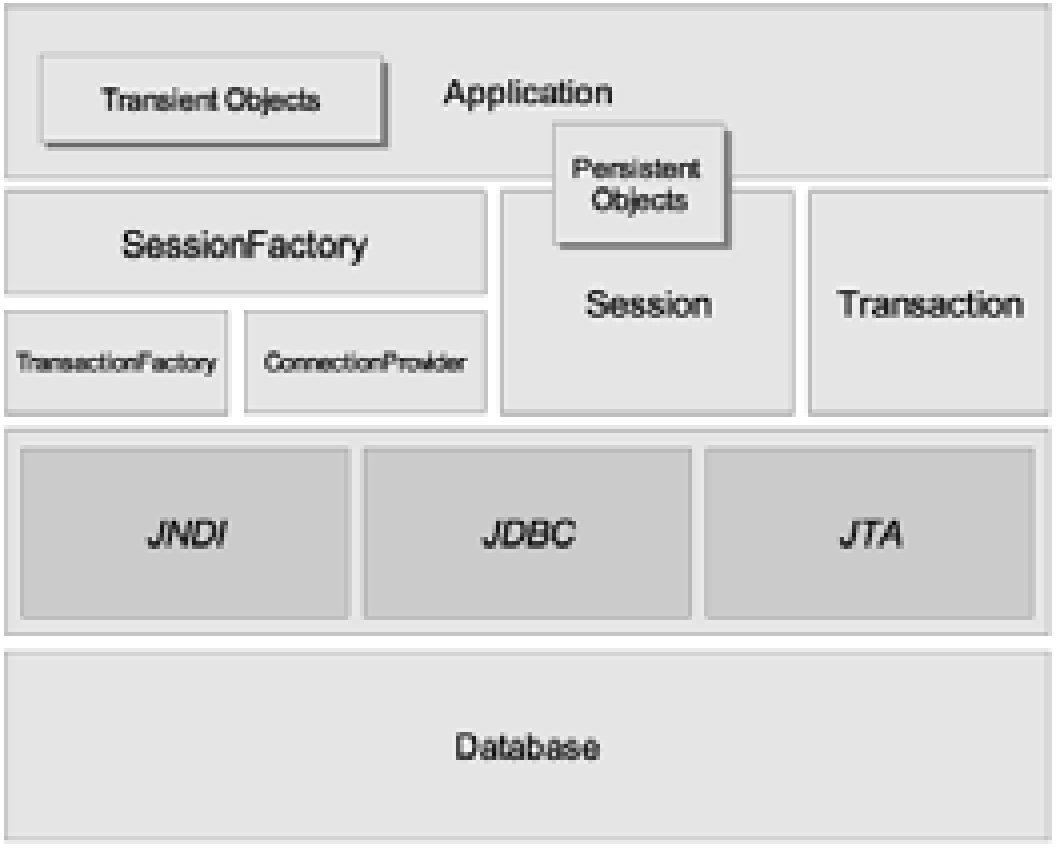
<mod> Object readResolve() throws
                          ObjectStreamException;
```

Externalizálás

- Csak az osztály azonosítása mentődik, a többi a user kezében.

```
public interface Externalizable extends Serializable
{
    public void writeExternal(ObjectOutput out)
        throws IOException;

    public void readExternal(ObjectInput in)
        throws IOException,
            java.lang.ClassNotFoundException;
}
```

Struktúra


<<interface>>
Serializable
<<interface>>
ObjectOutput
writeObject
(Serializable)
<<interface>>
Externalizable
writeExternal
(ObjectOutput)
io.OutputStream
MyClass
writeObject
(ObjectOutputStream)
ObjectOutputStream
defaultWriteObject()
MyExtClass

Verziók

- Kompatibilis
  - Új mezőkkel bővül
  - **`static`** -> pers, **`transient`** -> pers
  - hozzáférés módosítás
  - öröklési fa bővítése, szűkítése
  - új **`writeObject`**, **`readObject`**

Objektum relációs adatbázis

Probléma lényege



Hibernate 3.0

- Open-source
- Objektumok táblákra leképezve
- Lekérdező nyelv
- A standard DB-hez kapcsolódik
- Swing, Servlet, J2EE kapcsolat
- nagy teljesítmény

Jellemzők

- (LGPL) Lesser General Public License
- Lekérdezés
  - Hibernate Query Language
  - Hibernate Criteria Query API
  - konkrét DB SQL-je
- Eclipse support
- Teljesítmény monitor: JMX, helyi API
- Automatikus kulcs generálás

Jellemzők

- Támogatja az OO-t
  - Öröklés, polimorfizmus, Java Collection
- Skálázható

Megközelítés

- „To use Hibernate, it is required to create Java classes that represents the table in the database and then map the instance variable in the class with the columns in the database. Then Hibernate can be used to perform operations on the database like select, insert, update and delete the records in the table. Hibernate automatically creates the query to perform these operations.” *(Hibernate Reference Documentation 3.2.6)*

A feladat megoldása

- Perzisztens osztályok kiegészítése
  - `Long id` – attribútum - ajánlott
  - standard get, set metódusok - ajánlott
  - public no-arg constructor
- Alkalmazás átalakítása
  - adatbázis adminisztráció
  - `Car`-on rendszámot, majd `Person`-t keresünk
  - `list` - ugyanaz

A feladat megoldása

- Perzisztens osztály + asszociációk –> tábla mapping
- Hibernate configuration – xml
- HSQL DB indítása
- Alkalmazás indítása



Hibernate 3.0 definiálása

- Leképezés
  - Tag-ek, típusok, kollekciók
  - Asszociáció, komponens
  - Öröklés
- Működés
  - Architektúra, objektumok kezelése
  - Tranzakciók, konkurencia
  - HQL

Leképezések / tag-ek

- `<hibernate-mapping>` gyökérelem
  - A leírás egészére vonatkozó paraméterek
- `<class>` perzisztens osztály
  - 21 paraméter – name, table, ….where
- `<id>` azonosító (ne kompozit !)
  - name, type, column (natural-id külön)
  - `<generator>` opció, Java class
    - 12 generátor algoritmus: native, sequence, foreign

Leképezések / tag-ek 2

- `<property>` Java stílusban
  - name, type, column - 11 paraméter
- `<properties>` property-k csoportja

- `<many-to-one>` reláció
  - name, type, column - 14 paraméter
- `<one-to-one>` reláció
  - name, class – 10 paraméter

Leképezések / tag-ek 3

- `<component>` komponens
- `<join>` egy osztály több táblába

Leképezések / típusok 1

- Entitás
  - egyed, függetlenül, hogy van-e rá referencia
  - explicit kell menteni és törölni (cascade !)
  - entitás referenciákból és Value-kből áll
- Value
  - primitív, kollekció, komponens, spec. obj.
  - komponens: saját osztály + value szemantika
  - mentés, törlés a tulajdonossal együtt

Leképezések / típusok 2

- Java – Hibernate leképezés

Entitás → `<class>`

Value → `<component>` `<property>`

Leképezések / típusok 3

- Java – tábla oszlop
- Standard mapping
- User defined mapping
  - `org.hibernate.usertype` implementálása
  - példa: dupla_string



Java	*SQL*
int	INTEGER
String	VARCHAR

```
<property name="twoStrings“
      type="org.hibernate.test.DoubleStringType">
      <column name="first_string"/>
      <column name="second_string"/>
</property>
```

Leképezések / kollekciók 1

- Kollekciók interface típusúak

```
public class Product {
    private String serialNumber;
    private Set parts = new HashSet();
…
}
```

- Hibernate-nek saját implementációja van.
- Tilos a konkrét típusra cast-olni !
- Kollekció entitás komponense. Magában nem áll.

Leképezések / kollekciók 2

- Mapping

```
<class name="Product">
        <id name="serialNumber" column="SN"/>
        <set name="parts">
            <key column="SN" not-null="true"/>
            <one-to-many class="Part"/>
        </set>
</class>
```

```
<set>, <list>, <map>, <bag>, <array>, <<p>-array>
```

Leképezések / kollekciók 3

- Kollekciók elemei
  - Value-k
    - `<element>` or `<composite-element>`
  - entitások referenciái
    - `<one-to-many>` or `<many-to-many>`
- Példák

Leképezések / kollekciók 4

- String-ek halmaza

```
<set name="names" table="person_names">
    <key column="person_id"/>
    <element column="person_name" type="string"/>
</set>
```

- Integerek bag-je

```
<bag name="sizes" table="item_sizes“
                        order-by="size asc">
    <key column="item_id"/>
    <element column="size" type="integer"/>
</bag>
```

Leképezések / asszociáció 1

- Rendszerezés
  - egy- vagy kétirányú
  - multiplicitás (1:1, 1:n, n:1, n:m)
  - join táblával, vagy nélküle
- Példákban SQL típus nincs (pl. `bigint`)
- A leggyakoribb eset (kétirányú, 1:n) az autós példában

Leképezések / asszociáció 2

- Példa: egyirányú, n:1

```
create table Person (personId not null primary key,
                                    addressId not null)
create table Address (addressId not null primary key)
```

Leképezések / asszociáció 3

- Egyirányú, n:1

```
<class name="Person">
    <id name="id" column="personId">
      <generator class="native"/>
    </id>
    <many-to-one name="address",
      column="addressId", not-null="true"/>
</class>

<class name="Address">
    <id name="id" column="addressId">
      <generator class="native"/>
    </id>
</class>
```

Leképezések / asszociáció 4

- Példa: egyirányú, 1:1
  - idegen kulccsal

```
create table Person (personId not null primary key,
                                addressId not null unique)
create table Address (addressId not null primary key)
```

  - közös kulccsal

```
create table Person (personId not null primary key)
create table Address (personId not null primary key)
```

Leképezések / asszociáció 5

- Egyirányú, 1:1

```
<class name="Person">
    <id name="id" column="personId">
      <generator class="native"/>
    </id>
</class>

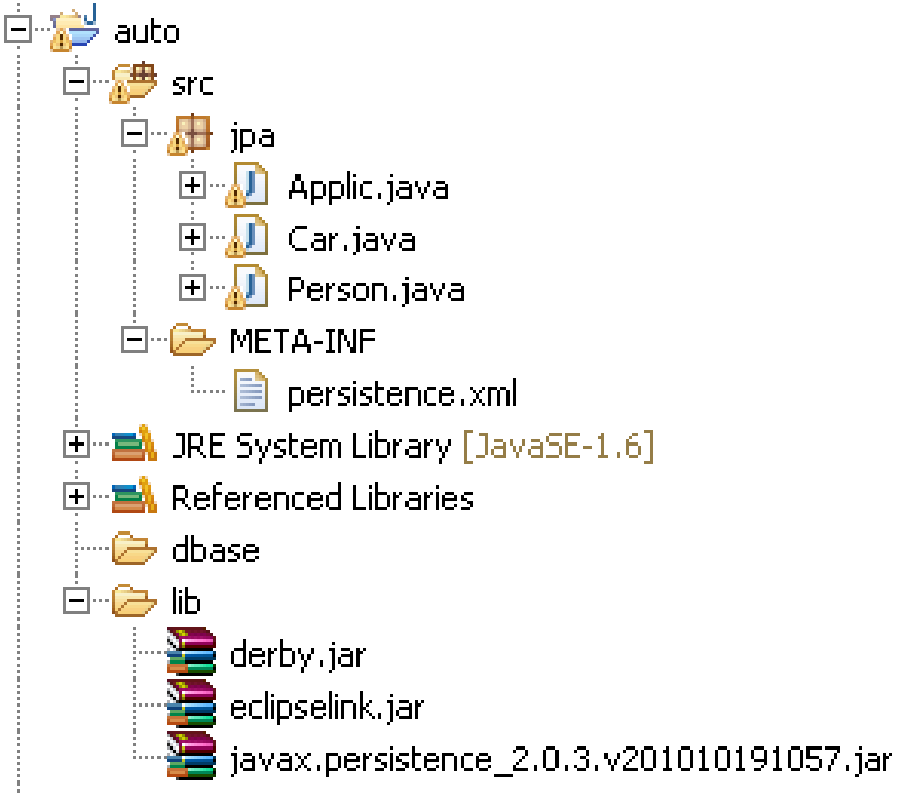
<class name="Address">
    <id name="id" column="personId">
      <generator class="foreign">
         <param name="property"> person </param>
      </generator>
    </id>
    <one-to-one name="person"
                          constrained="true"/>
</class>
```

Leképezések / asszociáció 6

- Példa: egyirányú, 1:n, join table

```
create table Person (personId not null primary key)
create table PersonAddress (personId not null,
                    addressId not null primary key )
create table Address (addressId not null primary key)
```

Leképezések / asszociáció 7

- Egyirányú, 1:n, join table

```
<class name="Person">
    <id name="id" column="personId"/>
    <set name="addresses" table="PersonAddress">
        <key column="personId"/>
        <many-to-many column="addressId"
            unique="true" class="Address"/>
    </set>
</class>

<class name="Address">
    <id name="id" column="addressId"/>
</class>
```

Leképezések / komponens

- Érték, nem entitás referencia

```
public class Person {
    private Name name;...}

<class name= ....
    <component name="Name" class="Name">
        <property name="first"/>
        <property name="last"/>
    </component>
</class>
```

Leképezések / öröklés 1



Leképezések / öröklés 2

- table-per-class-hierarchy

PAYMENT				
P_ID	PAYMT_TYPE	AMOUNT	CCTYPE	EXPDATE

- table-per-subclass

PAYMENT	
P_ID	AMOUNT

CREDIT_PAYMENT	
P_ID	CCTYPE

CHEQUE_PAYMENT	
P_ID	EXPDATE

- table-per-concrete-class

CREDIT_PAYMENT		
P_ID	AMOUNT	CCTYPE

CHEQUE_PAYMENT		
P_ID	AMOUNT	EXPDATE

Leképezések / öröklés 3

- table-per-class-hierarchy

```
<class name="Payment" table="PAYMENT">
        <id name="id" type="long" column="P_ID"/>
        <discriminator column="PAYMT_TYPE" type="string"/>
        <property name="amount" column="AMOUNT"/>
    ...
        <subclass name="CredCPayment" discriminator-value="CRDT">
                <property name="credCType" column="CCTYPE"/>
         ...
        </subclass>
        <subclass name="ChequePayment" discriminator-value="CHEQ">
                <property name="expDate" column="EXPDATE"/>
         ...
        </subclass>
</class>
```

Leképezések / öröklés 4

- table-per-subclass

```
<class name="Payment" table="PAYMENT">
    <id name="id" type="long" column="P_ID"/>
    <property name="amount" column="AMOUNT"/>
    ...
    <joined-subclass name="CredCPayment"
                                        table="CREDIT_PAYMENT">
        <key column="P_ID"/>
        <property name="credCType" column="CCTYPE"/>
        ...
    </joined-subclass>
    <joined-subclass name ="ChequePayment"
                                        table="CHEQUE_PAYMENT">
        <key column="P_ID"/>
         <property name="expDate" column="EXPDATE"/>
        ...
    </joined-subclass>
</class>
```

Leképezések / öröklés 5

- table-per-concrete-class

```
<class name="Payment">
    <id name="id" type="long" column="PAYMENT_ID">
        <generator class="sequence"/> </id>
    <property name="amount" column="AMOUNT"/>
    ...
    <union-subclass name="CredCPayment"
                                table="CREDIT_PAYMENT">
        <property name="credCType" column="CCTYPE"/>
        ...
    </union-subclass>
    <union-subclass name ="ChequePayment"
                                table="CHEQUE_PAYMENT">
       <property name="expDate" column="EXPDATE"/>
       ...
    </union-subclass>
</class>
```

Működés / Architektúra



Architektúra

- SessionFactory szálbiztos, DB
- Session egyszálú, rövid életű
- Pers. Obj – rövid életű, egy Session-höz
- Tranzakció – atomicitás
- ConnectionProvider – opció
- TransactionFactory - opció

Objektum állapotok

- Session-höz (*persistence context*) képest
- Tranziens
  - **még nem** kapcsolódott (nincs id-je)
- Perzisztens
  - Az adatbázis tábláival összekötve
- Lekapcsolt (detached)
  - **már nem** kapcsolódik

Konfigurálás

- leképezés a Java osztályok és a DB között
- **`Configuration`** – nem változtatható
  - Paraméterek, erőforrások megadása
    - kódban, fájl, paraméter, property
- **`SessionFactory`** – nem változtatható
- **`Session`**
  - JDBC kapcsolat, JNDI elérés
- Egyéb property-k

Azonosság (identitás)

- DB
- JVM

```
foo.getId().equals(bar.getId())
```

```
foo == bar
```

- Session-ön belül Hibernate biztosítja, közöttük problémák lehetnek
- Megoldás:
  - **`equals()`** és **`hash()`** felüldefiniálása
  - business key equality

Azonosság (identitás)

```
public class X {
       public boolean equals(Object other) {
              if (this == other) return true;
              if (!(other instanceof X)) return false;

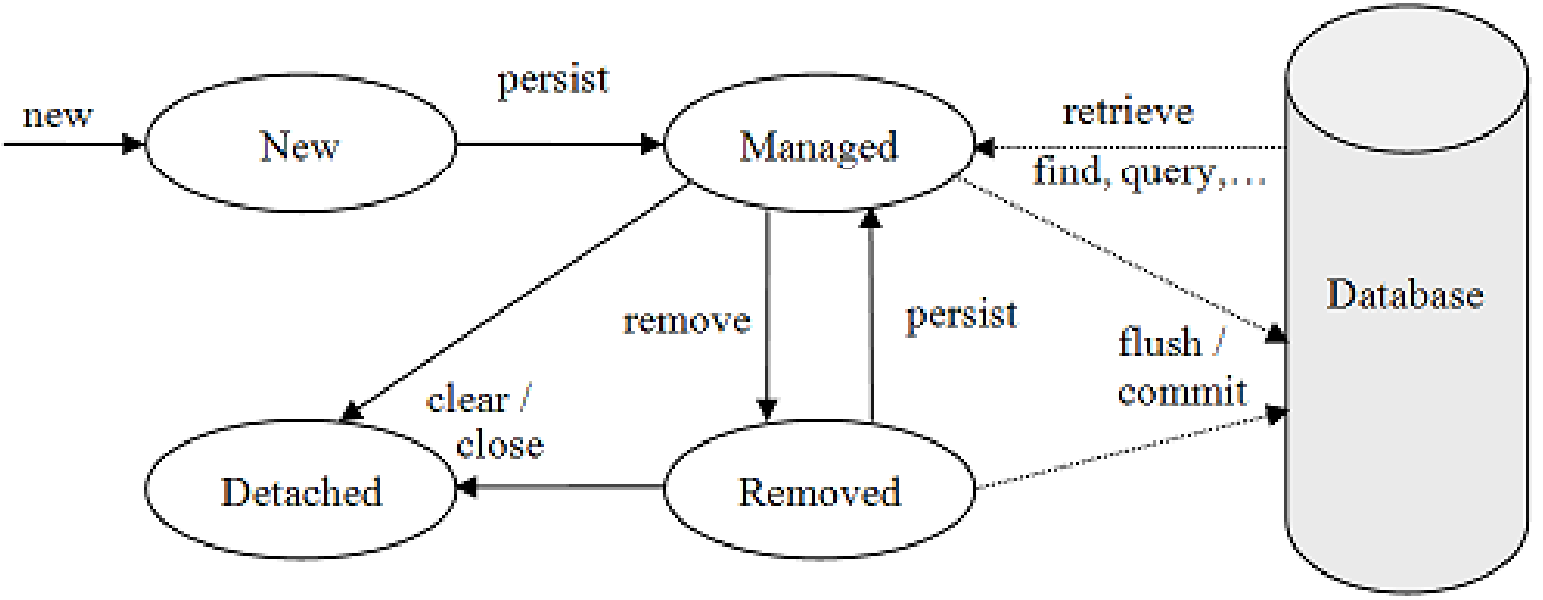
       final X x = (X)other;
       if (!x.getY().equals(getY())) return false;
       return true;
       }
       public int hashCode() {
        int result;
        result = getY().hashCode();
        result = 29 * result + getId();
        return result;
       }
}
```

Objektumok kezelése 1

- új perzisztens objektum

```
X x = new X(...);
x.setY = ...;
session.save(x); OR session.persist(x);
```

- betöltés (ID-t ismerni kell !)

```
X x = (X)session.load(X.class, ID); OR
session.load(x, ID); OR
X x = (X)session.get(X.class, ID);
```

  - **load** – exception, **get** – null pointer

Objektumok kezelése 2

- Query visszatér

```
X x = (X)session.createQuery(..).uniqueResult();
List l = session.createQuery(..).list();
Iterator i = session.createQuery(..).iterate();
```

- Mi van a listában ?
  - objektum
  - tuple – többes (tömbként)
  - skalár – attribútumok, pl. **`count()`**

Objektumok kezelése 3

- Perzisztens objektumok módosítása
  - táblába felír: `session.flush()`
- Lekapcsolt objektumok módosítása
- Hogyan kapcsoljuk rá egy új session-re ?
  - `session.update(x)-` nem reloaded
  - `session.saveOrUpdate(x)`
  - `session.merge(x)`
- Objektum törlése
  - `session.delete(x)`

Objektumok kezelése 4

- Replikálás

```
Session session = sessionFactory1.openSession();
Transaction tx = session.beginTransaction();
Item item = (Item) session.get(Item.class, new
                                    Long(1234));
tx.commit();
session.close();

Session session2 = sessionFactory2.openSession();
Transaction tx2 = session2.beginTransaction();
session2.replicate(item,
            ReplicationMode.LATEST_VERSION);
tx2.commit();     (IGNORE, OVERWRITE, EXCEPTION)
session2.close();
```

Tranzakciók 1

- DB elérés csak tranzakción belül
- session – DB-objektum kapcsolat
- *session-per-request* policy az ajánlott
- session nem szálbiztos – szinkronizálni
- memória objektumokra nincs zár

Tranzakciók 2

- Optimista zárolás
  - Alkalmazás szinten
    - Új session, új verzió – új vs. régi ?
  - Hosszú session, automata verzió
  - Lekapcsolt objektumok, automata verzió
- Pesszimista zárolás - haladóknak

Lekérdezések 1

- Query paraméterezése
  - név

```
Query q = s.createQuery("    :x ");
q.setString("x", "param");
```

  - pozíció

```
Query q = s.createQuery("   ?   ? ");
q.setString(0, "param0");
q.setString(1, "param1");
```

Lekérdezések 2

- Query paraméterezése
  - paraméterlista

```
List names = new ArrayList();
names.add("param1");
names.add("param2");
Query q = s.createQuery(".. in (:namesList)");
q.setParameterList("namesList", names);
```

HQL 1

- Hibernate Query Language
- From

```
from Department as dept
from Department, Employee
```

- Join
  - inner
  - left outer
  - right outer
  - full outer

HQL 2

- Select
  - objektumok és property-k
  - tuple-k és listák
- Aggregáló funkciók
  - avg(), sum(), min(), max(), count()
- Where – kifejezések
- order by, group by

Criteria Query

```
Criteria crit = s.createCriteria(X.class);
crit.setMaxResults(50);
List xl = crit.list();

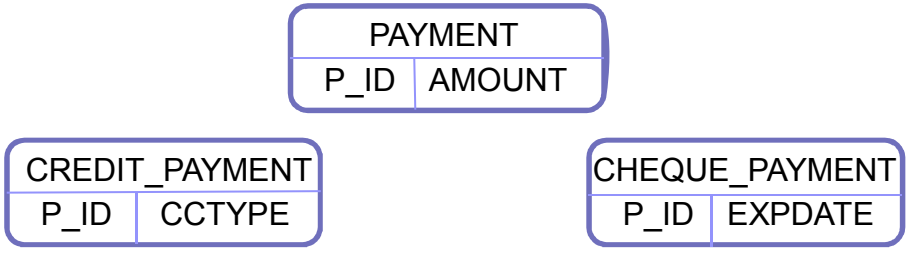
List x2 = crit
      .add(Restrictions.like("name", "Z"))
      .add(Restrictions.between("y", minY, maxY))
      .list();
```

Java Persistence API

Java Persistence API (JPA)

- JSR 220: EJB 3.0
  - http://jcp.org/en/jsr/detail?id=220
- Cél: EJB egyszerűsítése
- Források:
  - EclipseLink (Toplink)
  - Hibernate
- Lényeg
  - POJO technológia, Java EE, SE támogatás

Entitások

- “An entity is a lightweight persistent domain object.” (JSR 220)
- POJO – szerializálható (más nem kell)
  - öröklés, polimorfizmus - OK
- Szabvány O-R kapcsolat
- Lekérdezhetőség
- Entity Manager (EM) a felügyelő
  - rajta keresztül érhetők el a szolgáltatások

Entity Manager

- Persistence context (PC): A perzisztens objektumok futási környezete. Objektum állapotok benne értelmezhetőek.
- EM jeleníti meg
- Session (hibernate) == EM (JPA) ???
- PC élettartam
  - konténer vagy az alkalmazás menedzseli
  - tranzakció alapú
  - kiterjesztett

Persistence Unit

- telepítő csomag
- O-R leképezés
- Leképezések, relációk hatásköre
- Java annotáció és/vagy XML
- standard könyvtár szerkezet
- Persistence provider konfigurálása:
  - persistence.xml

A feladat megoldása

- EclipseLink

  http://www.eclipse.org/eclipselink/
  - is an advanced object-persistence and object-transformation framework that provides development tools and run-time capabilities that reduce development and maintenance efforts and increase enterprise application functionality.

A feladat megoldása

- EclipseLink
  - Integrálható
    - Oracle WebLogic Server
    - Glassfish
    - JBoss
    - IBM WebSphere application server
    - SAP NetWeaver
    - Oracle OC4J
    - various web containers (Apache Tomcat, IBM WebSphere CE, SpringSource tcServer)

A feladat megoldása

- Derby adatbáziskezelő
  http://db.apache.org/derby/
  - nyílt forráskódú
  - relációs adatbáziskezelő
  - tiszta Java
  - Apache License, Version 2.0
  - csak 2.6 MB
  - beágyazott és kliens/szerver mód
  - egyszerű install

A feladat megoldása

- Eclipse struktúra



JPA részletesebben

- Entitások
- Relációk
- Lekérdezések

Entitások

- @Entity annotáció (vagy XML)
- public vagy protected no-arg konstruktor
- final kizárva (osztály, metódus, változó)
- Serializable-t implementálni (érték pm)
- Örökölhet entitástól vagy POJO-tól
- POJO örökölhet entitástól
- Konténeren kívül is használhatóak

Entitások

```
@Entity
public class MyClass implements Serializable
{
    @Basic
    Date birthday;
}


<entity name="mydomain.MyClass">
    <attributes>
        <basic name="birthday"/>
    </attributes>
</entity>
```

Perzisztens elemek

- Mező és property alapon is elérhető
  - hierarchián belül egységes

```
@Entity
public class MyClass implements Serializable
{
    @Basic
    Date getBirthday(){...}
    void setBirthday(Date date){...}
}
```

- nem static
- nem @Transient vagy transient

Perzisztens elemek

- Mezők és property-k (@Basic)
  - primitív típusok, String, wrapperek
  - byte[], char[], enum, szerializálhatók
  - Collection, Set, List, Map (generic is)
- Összetett, beágyazott (@Embedded)
- Betöltés: Eager és Lazy
  - predefinit: Eager
  - kivétel: 1:1, 1:N relációk

Kulcs

- Primary Key – kötelező
- Egyszerű kulcs - @Id
  - Primitív, wrapper, String, Date
- Összetett kulcs
  - Primary Key osztály - @IdClass
  - Kulcs elem : @EmbeddedId
- Kulcsgenerálás
  - @GeneratedValue(strategy = GenerationType.*X*)
  - *X* = AUTO, SEQUENCE, IDENTITY, TABLE

Entitások életciklusa

- Entity Manager

```
EntityManagerFactory factory =
 Persistence.createEntityManagerFactory(p_u_name);
EntityManager em = factory.createEntityManager();

persistence.xml

<persistence-unit name="p_u_name„
                transaction-type="RESOURCE_LOCAL">
      <class>Car</class>
      <properties>
         <property ...="...."/>
      </properties>
</persistence-unit>
```

Entitások életciklusa

- Entity Manager műveletei:
  - persist
  - refresh
  - remove
  - merge
- Tranzitivitás
  - reláció paramétere
  - cascade = (műveletek) + ALL

Entitások életciklusa

- Entitás állapotai



Entitások egyéb műveletei

- Entity Manager egyéb műveletei:
  - find
  - getReference
  - flush
  - clear
  - Query - később

Relációk

- Megegyezik a Hibernate-tel
- Annotáció
  - @OneToOne, @OneToMany, @ManyToOne, @ManyToMany
- Egy- és kétirányú
- Kétirányúnál
  - tulajdonos oldal – idegen kulcs
  - inverz oldal – referencia (mappedBy =)

Relációk

```
@Entity
public class Car implements Serializable {
    @ManyToOne
    private Person owner;



@Entity
public class Person implements Serializable {
    @OneToMany(mappedBy = "owner")
    private Collection<Car> cars = new HashSet();
```

Öröklés - Hibernate

- table-per-class-hierarchy

- table-per-subclass



- table-per-concrete-class

Lekérdezések

- Java Persistence Query Language (JPQL)
- Statikus lekérdezések
  - @NamedQuery, @NamedNativeQuery

```
@Entity
@NamedQuery(name = "carByplate", query = "SELECT
              c FROM Car c WHERE c.plate = :rsz")


Car c = (Car) em.createNamedQuery("carByplate").
            setParameter("rsz", plate).
            getSingleResult();
```

Lekérdezések

- Dinamikus lekérdezések
  - run time string komponálás, paraméterezéssel

```
Query query = em.createQuery
      ("SELECT p FROM Product p WHERE p.param2 <
      :threshold ORDER BY p.param1 ascending");

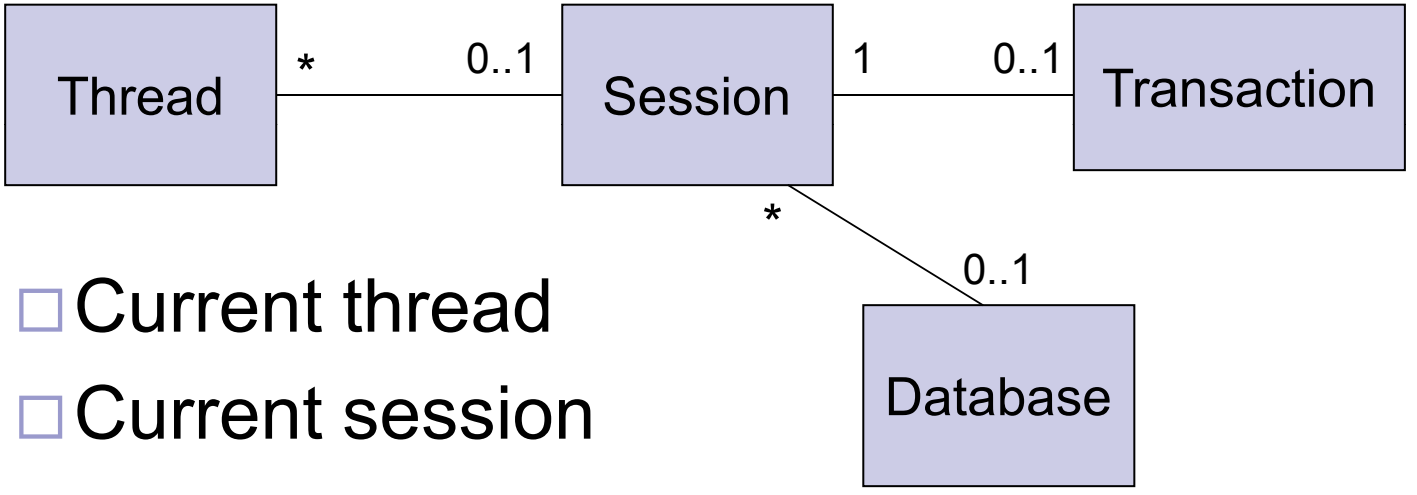
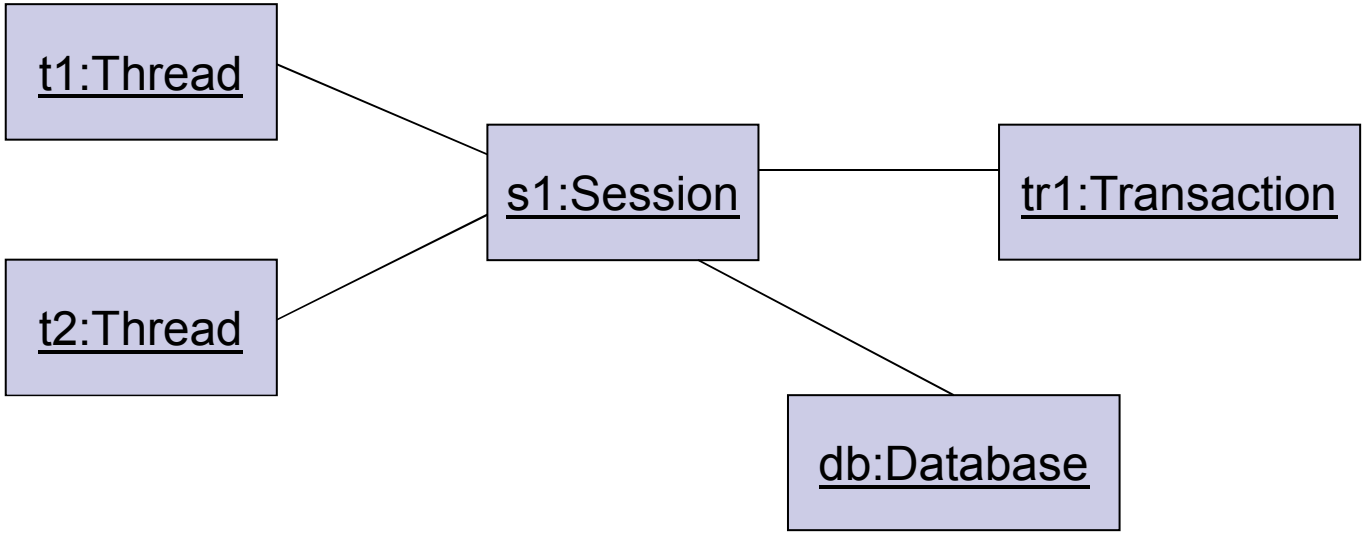
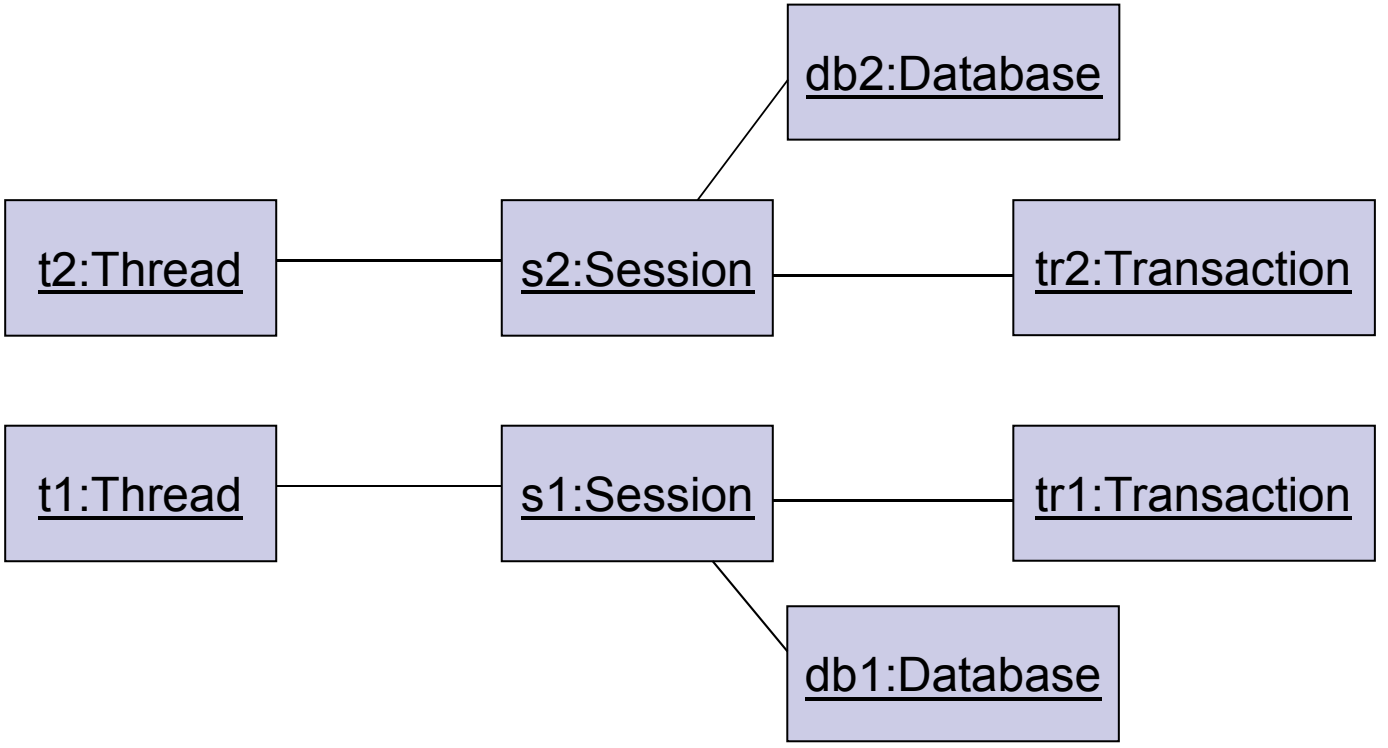
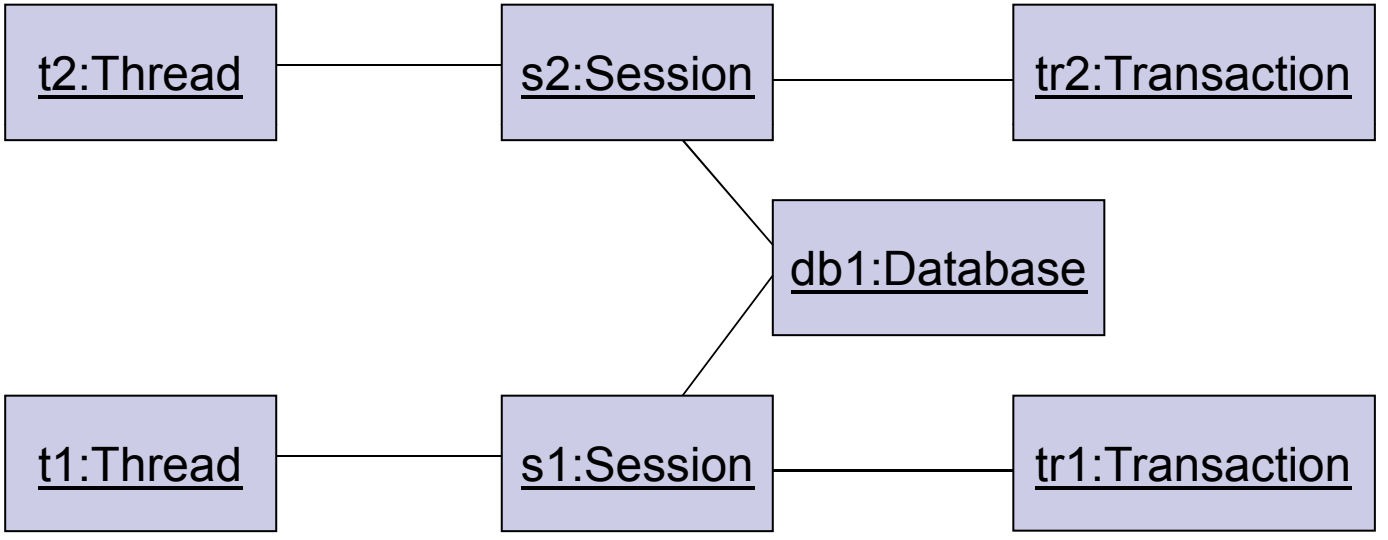
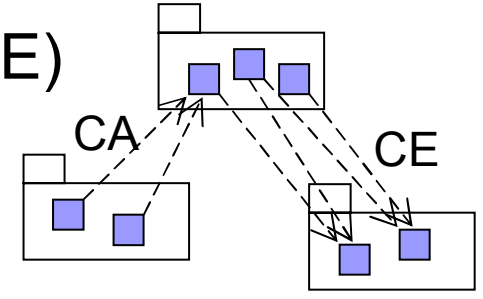
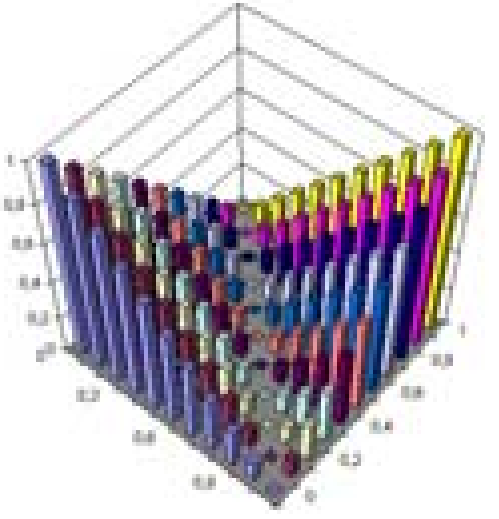
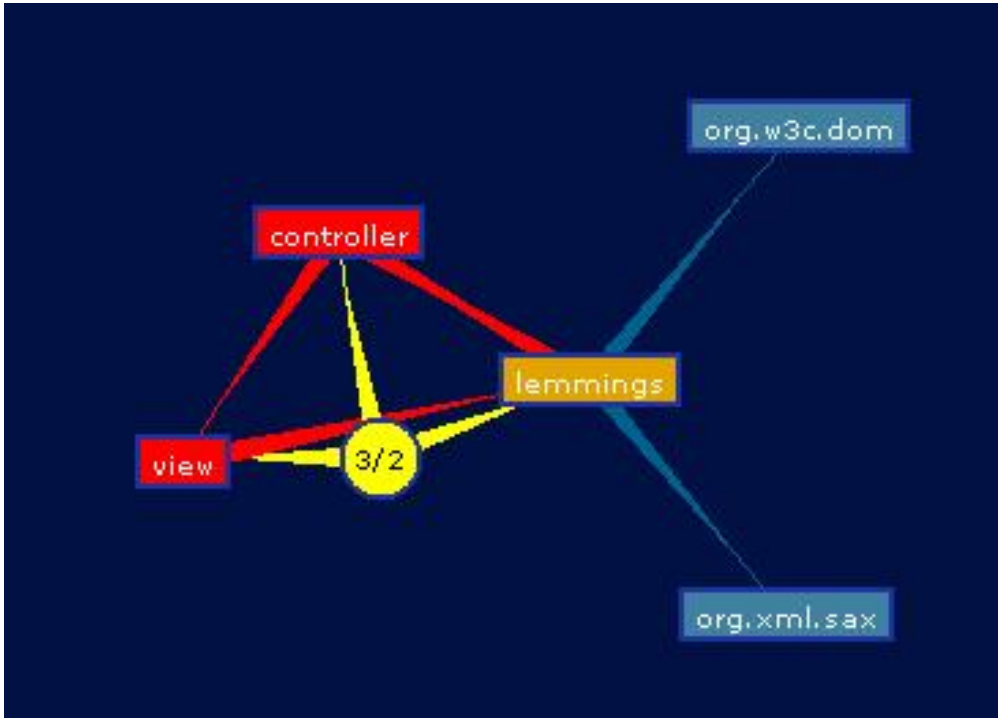
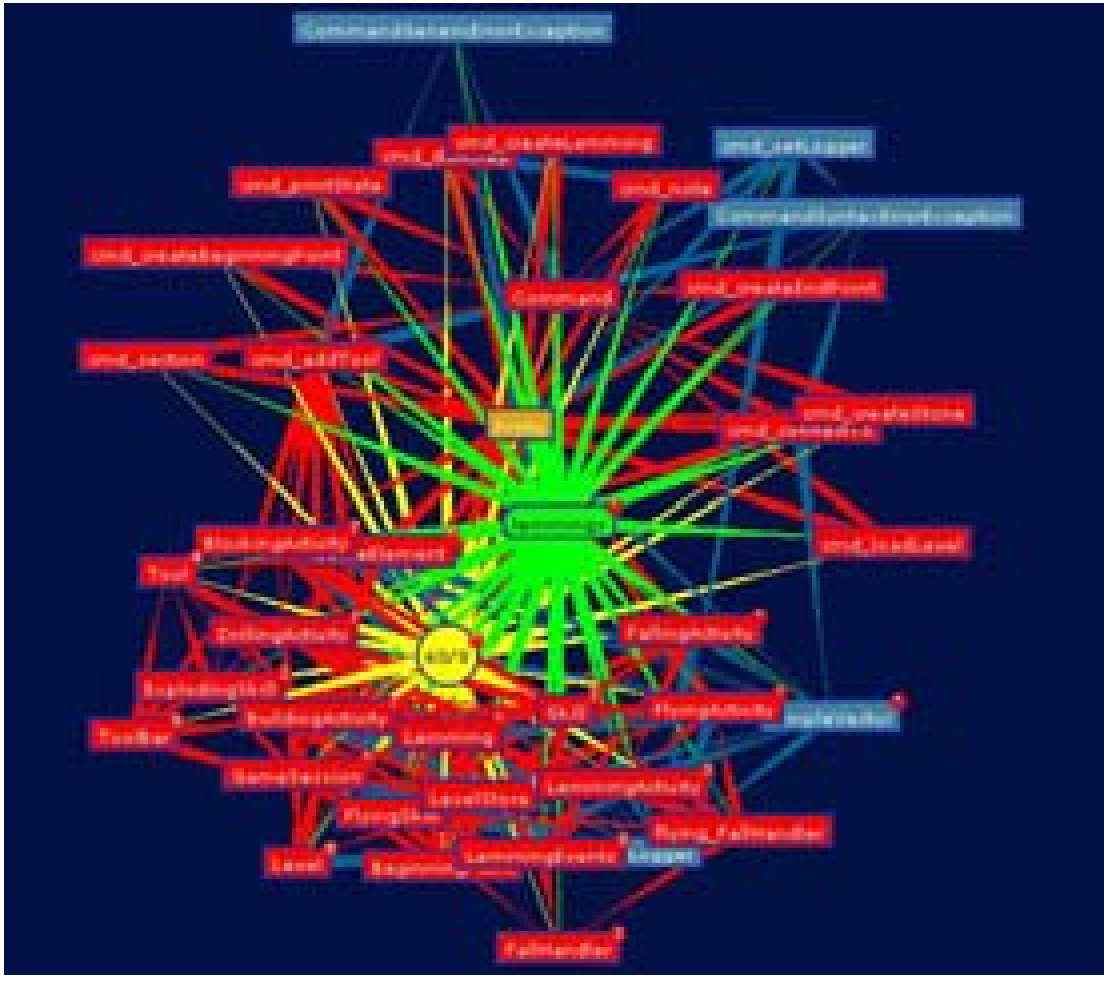
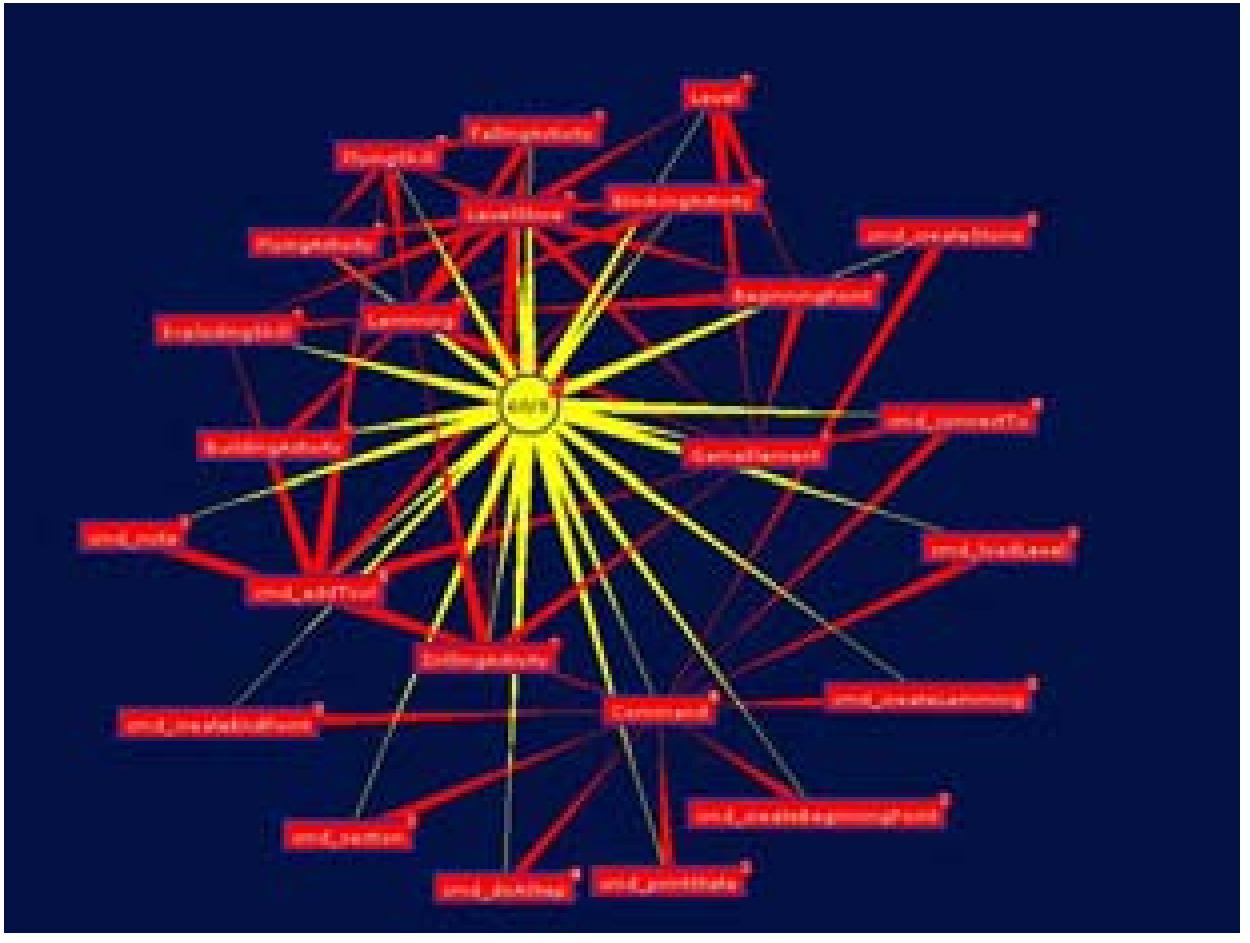
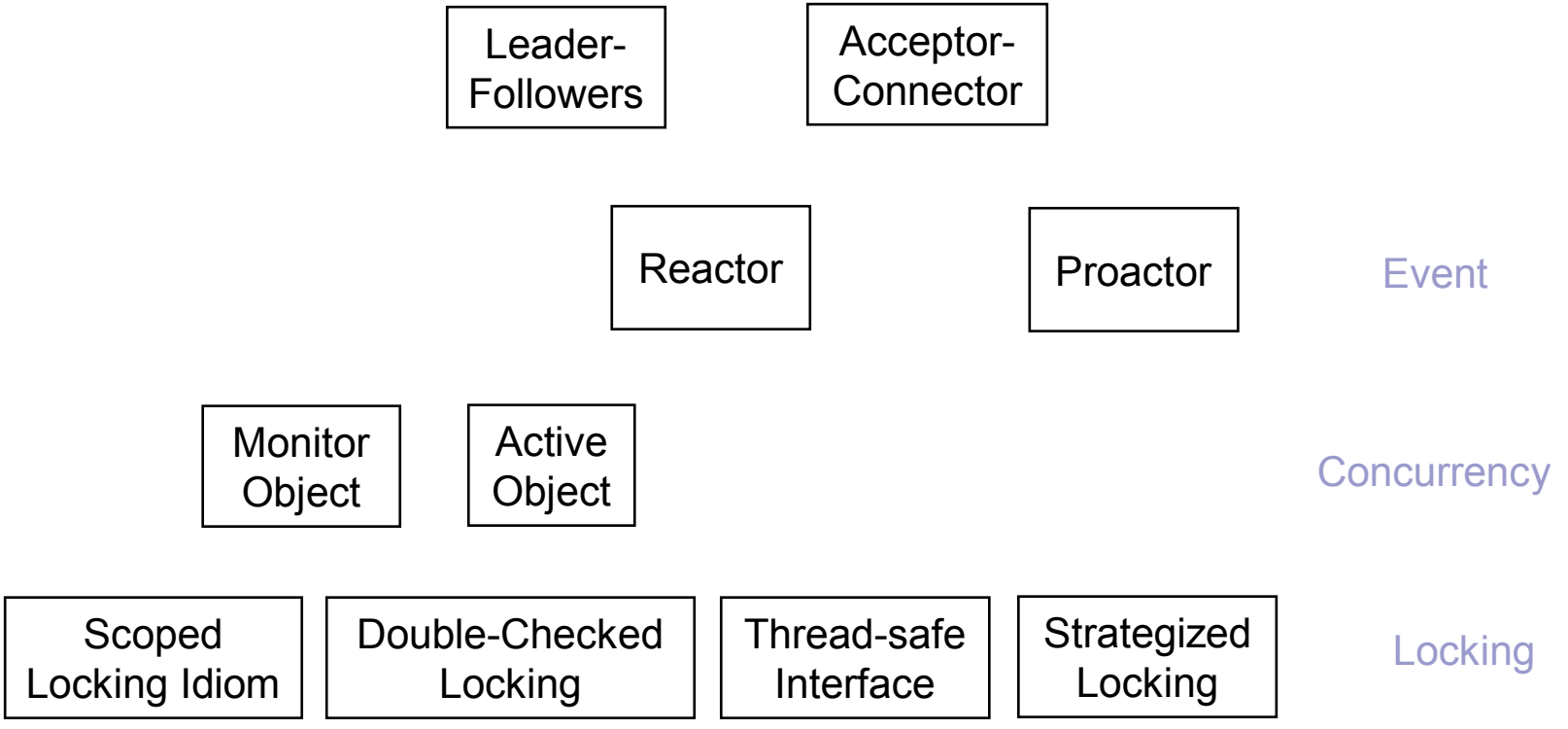
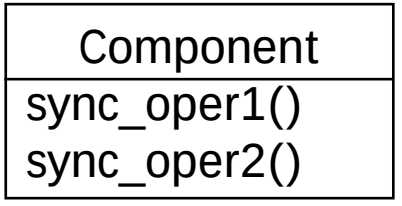
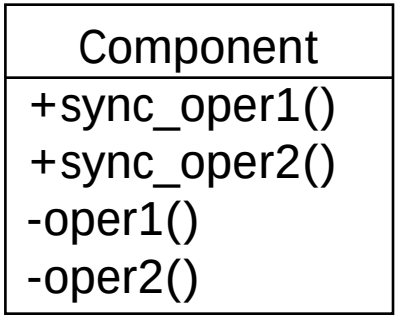
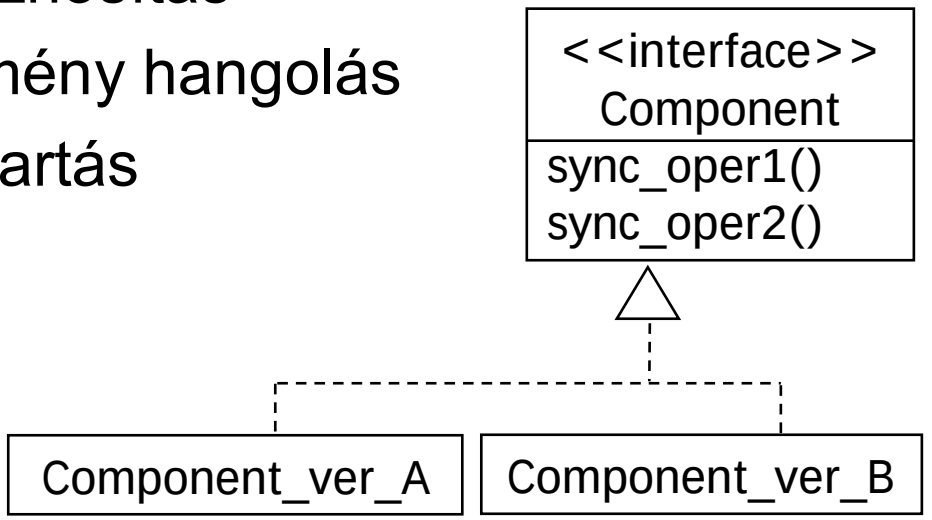
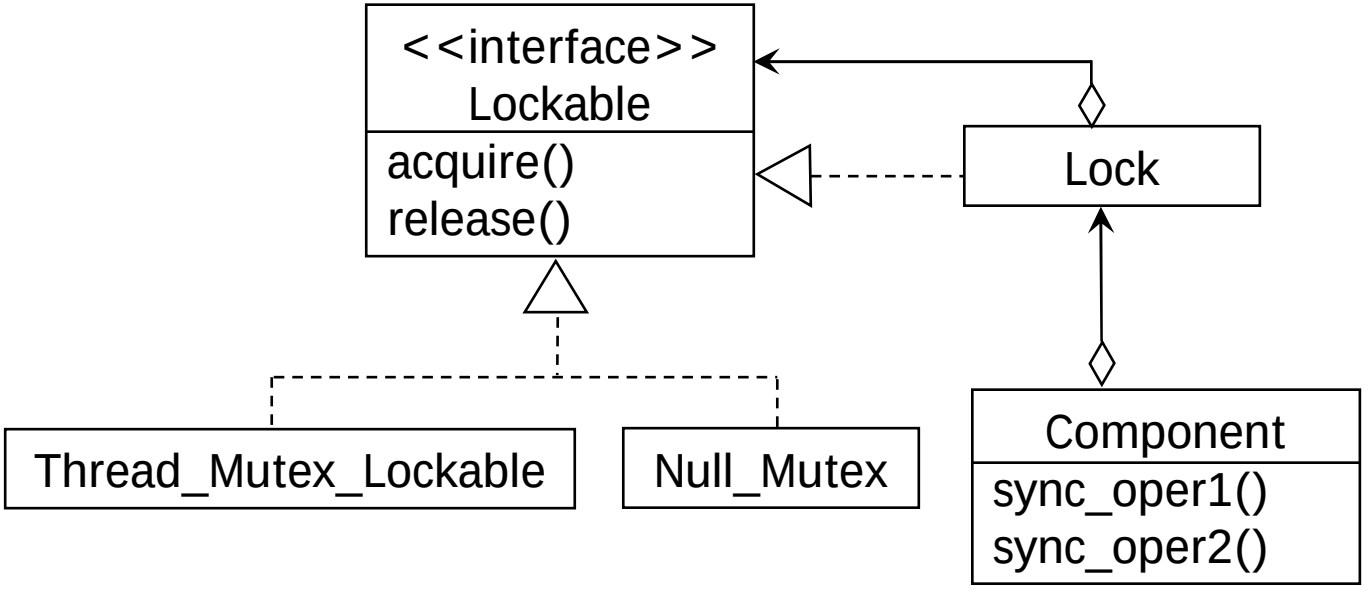
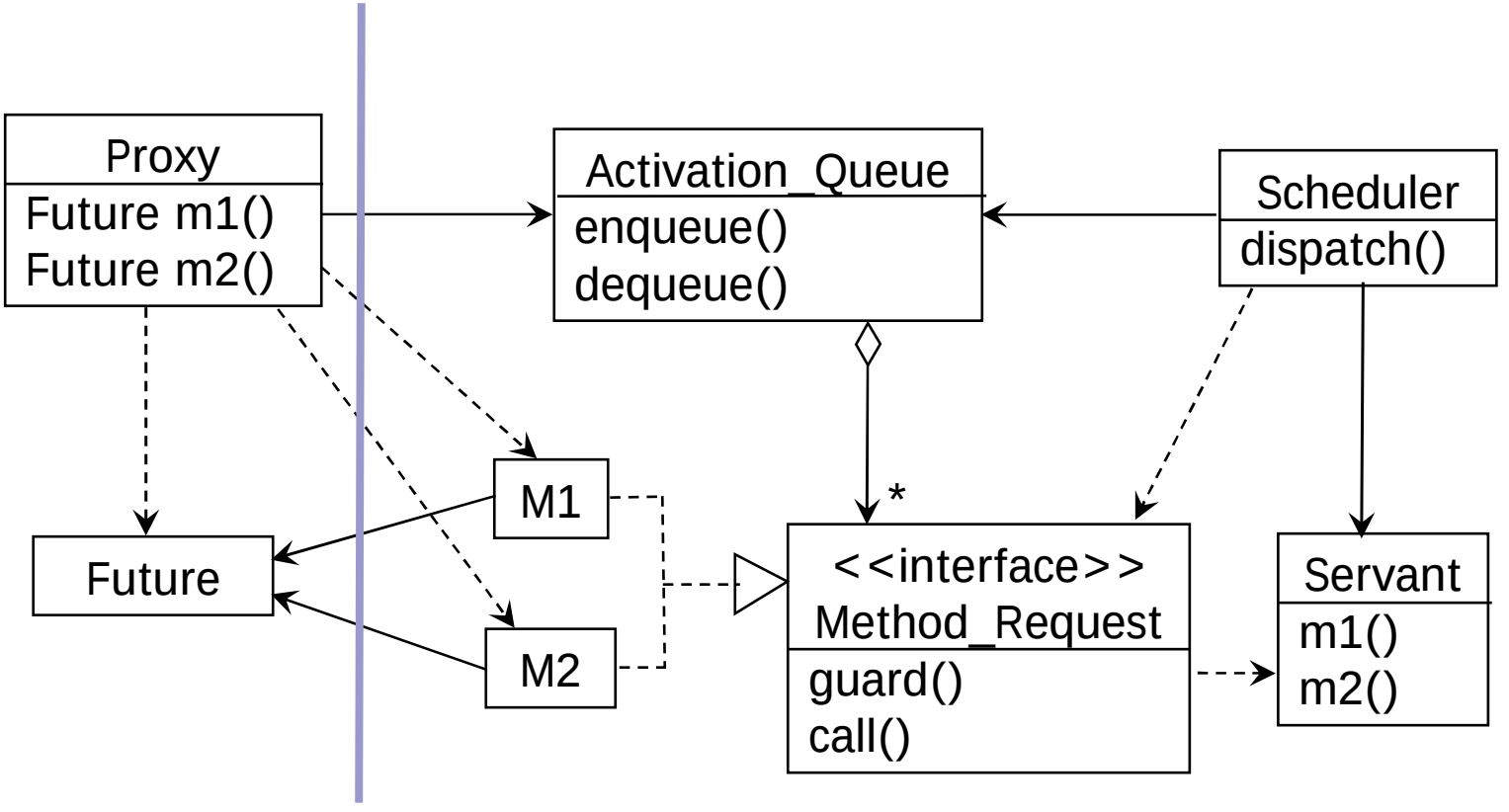
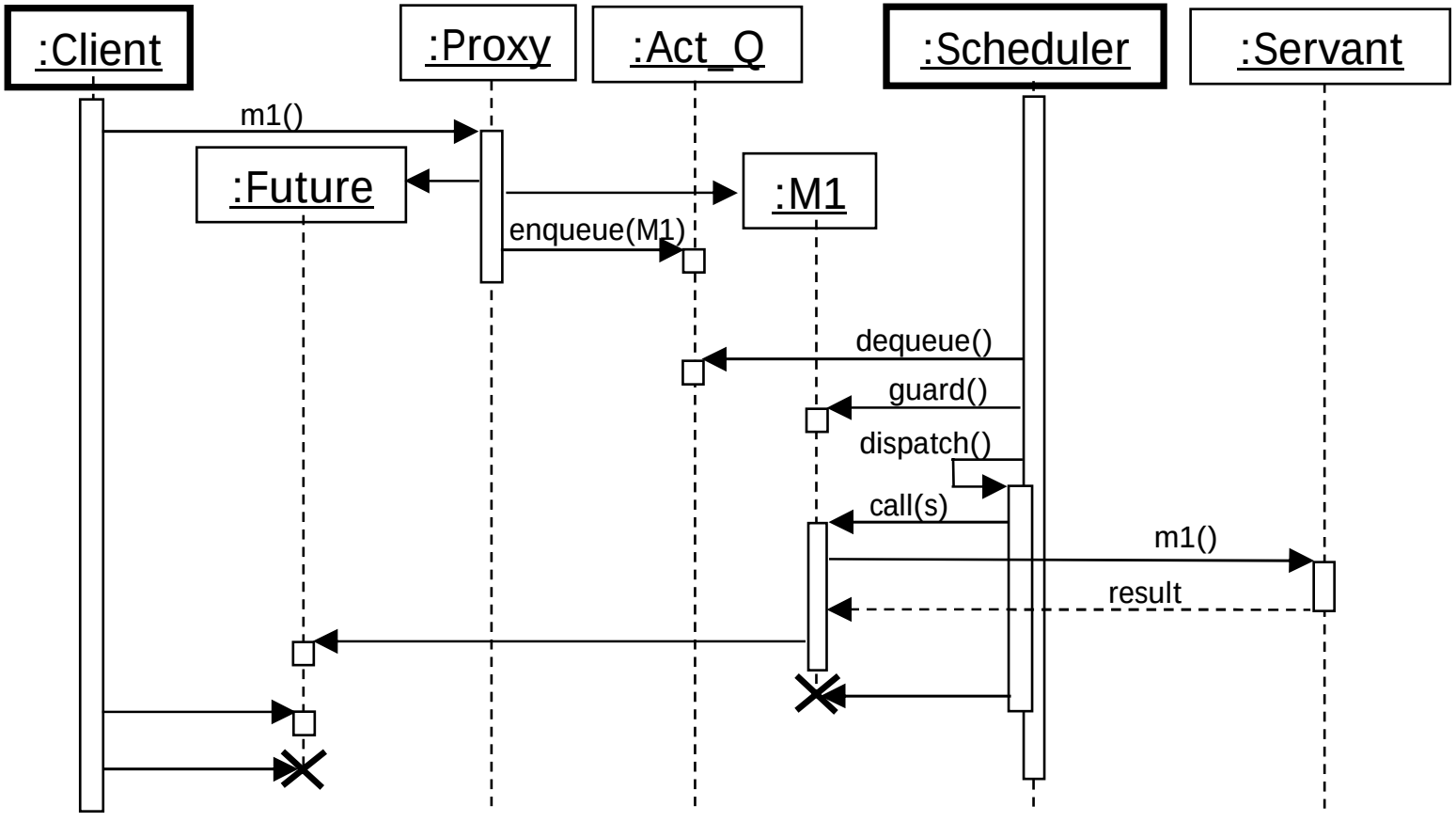
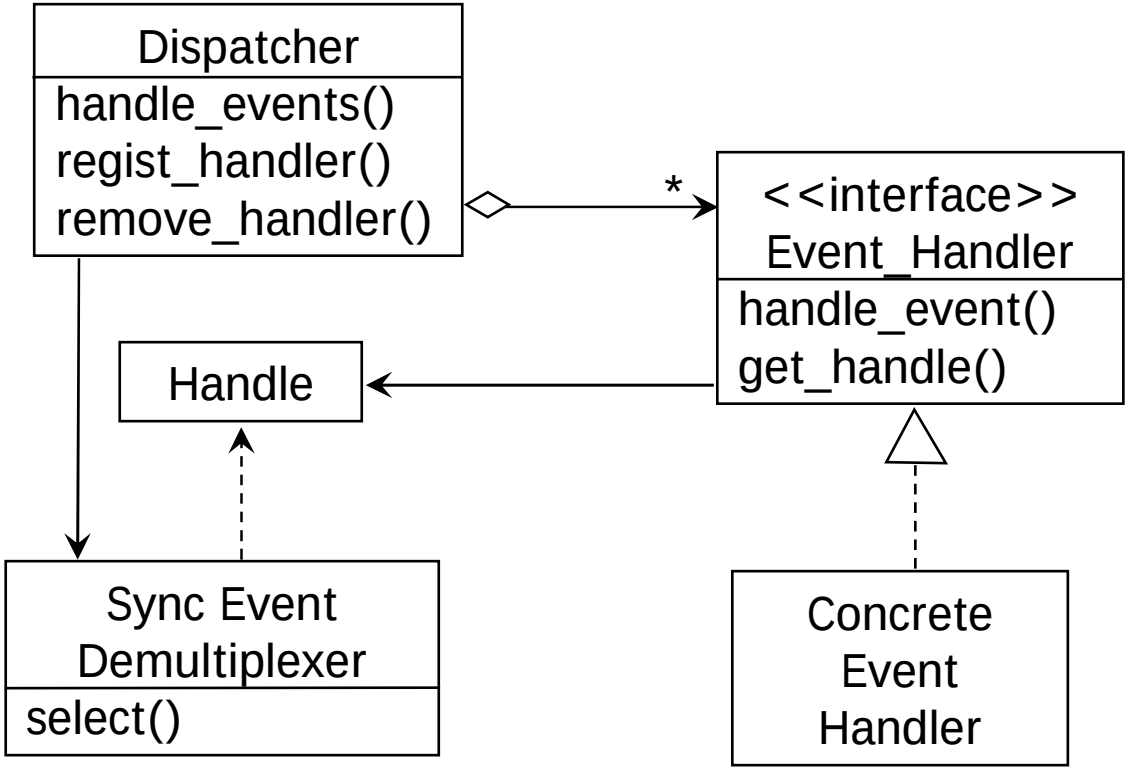
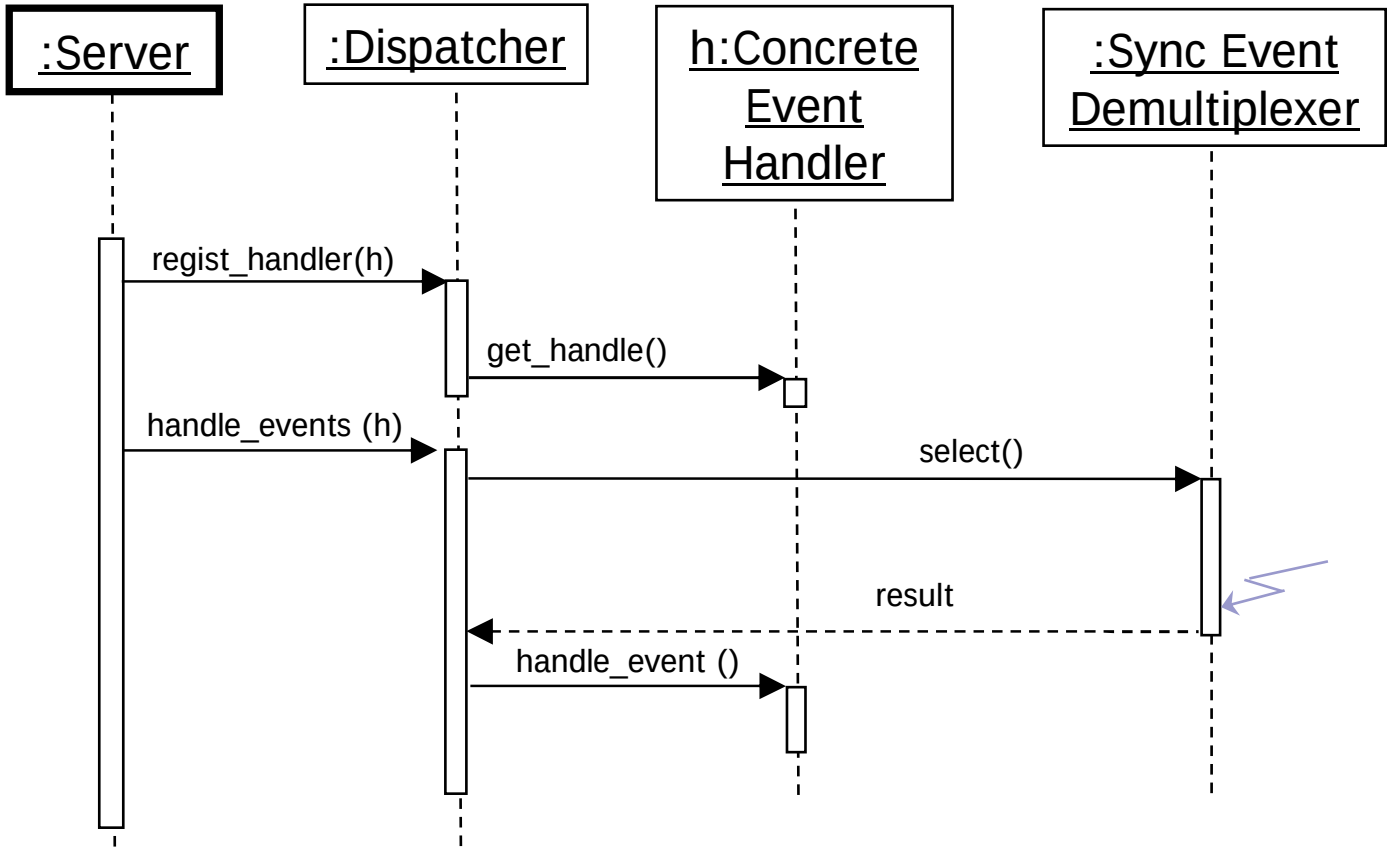
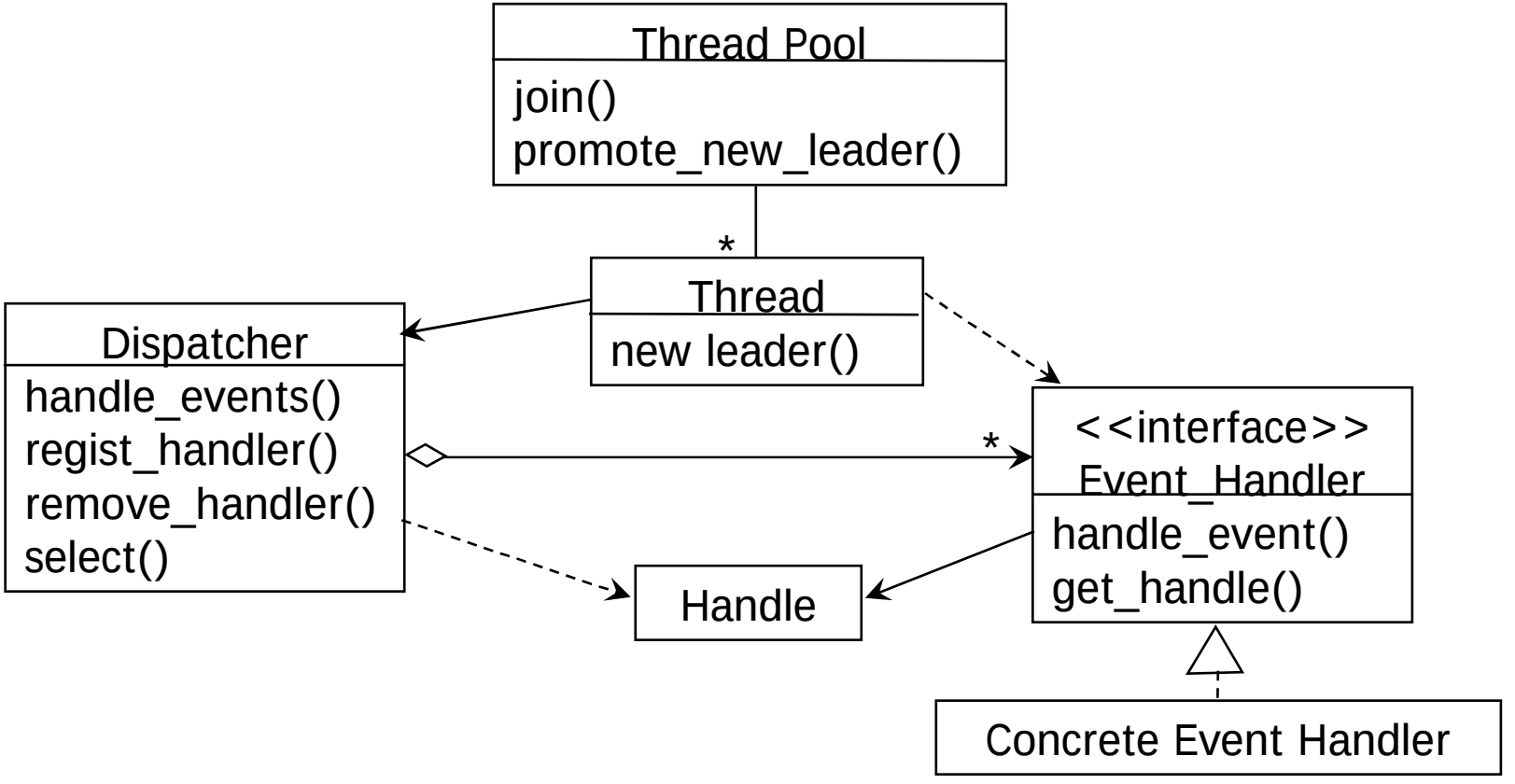
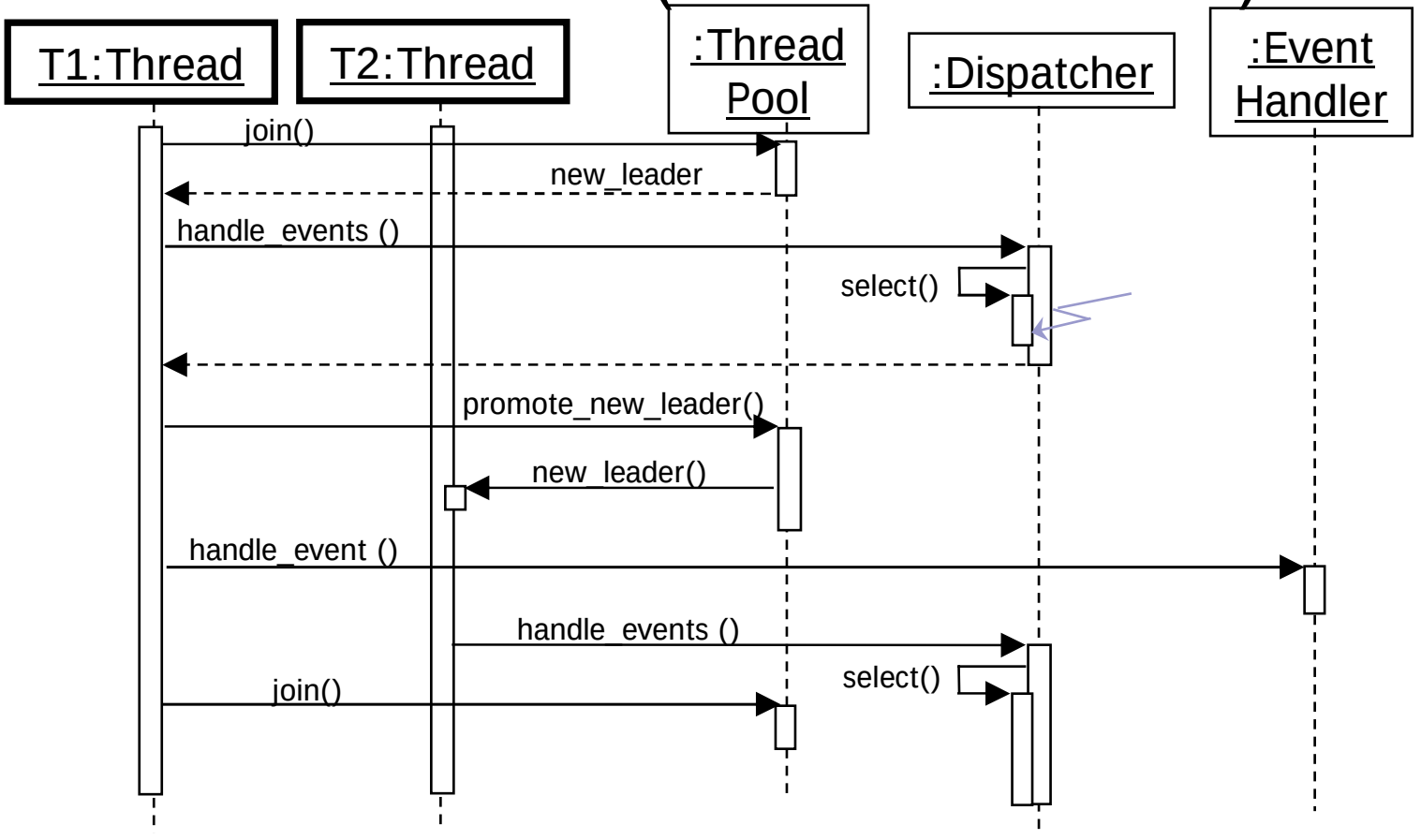
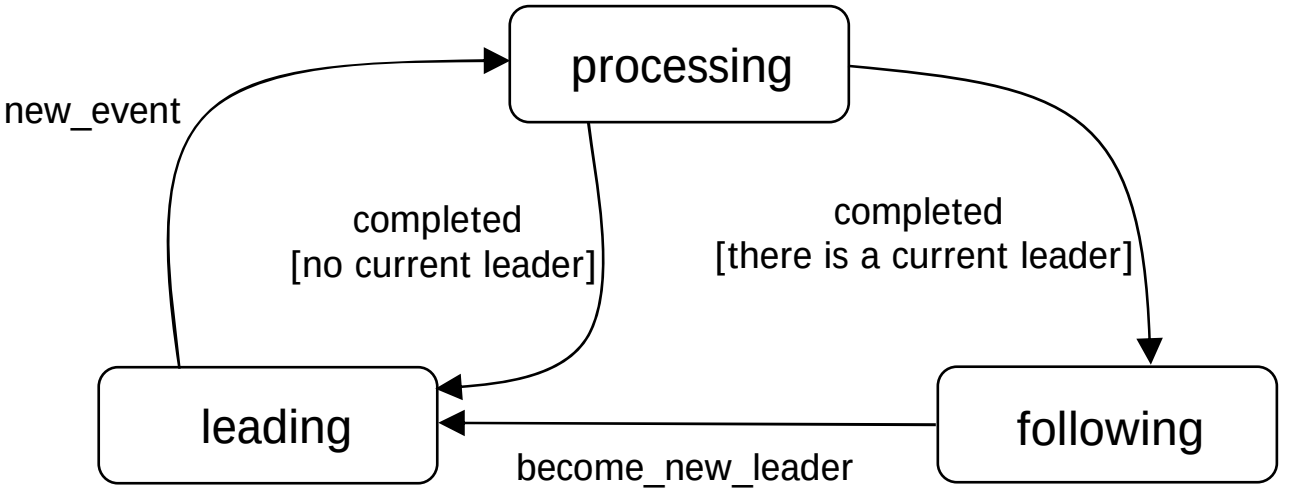
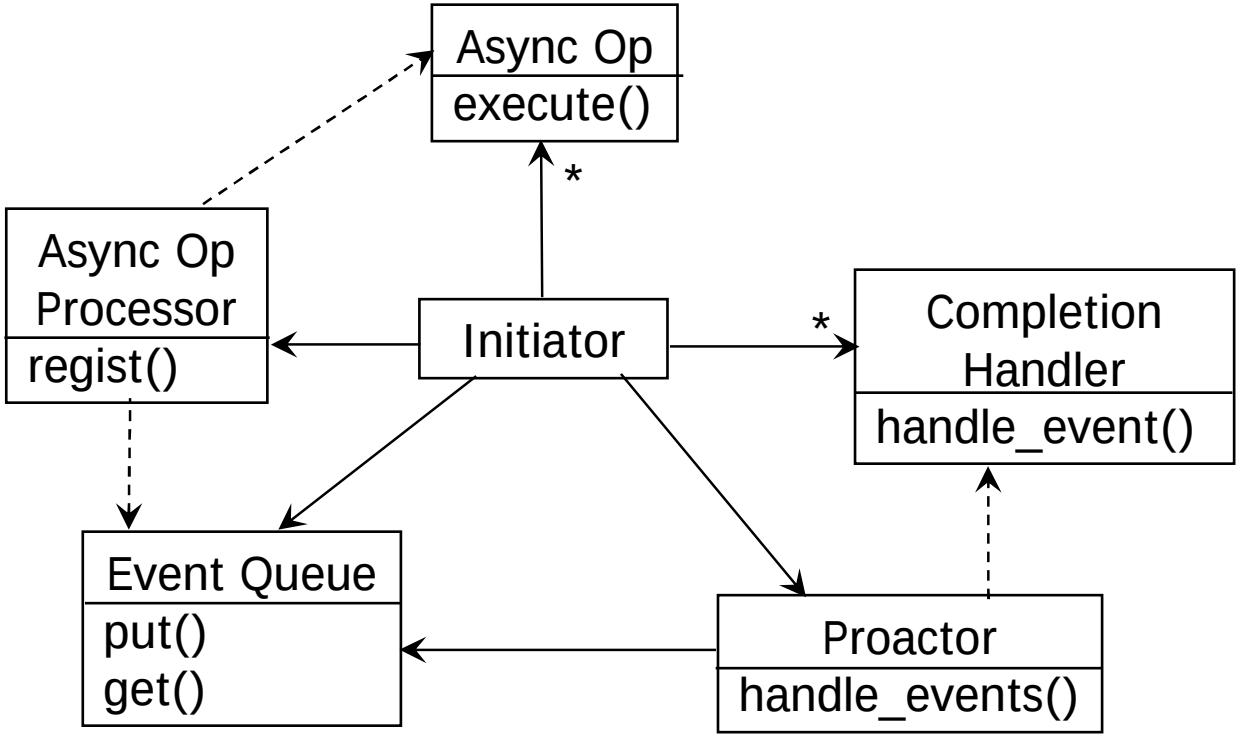
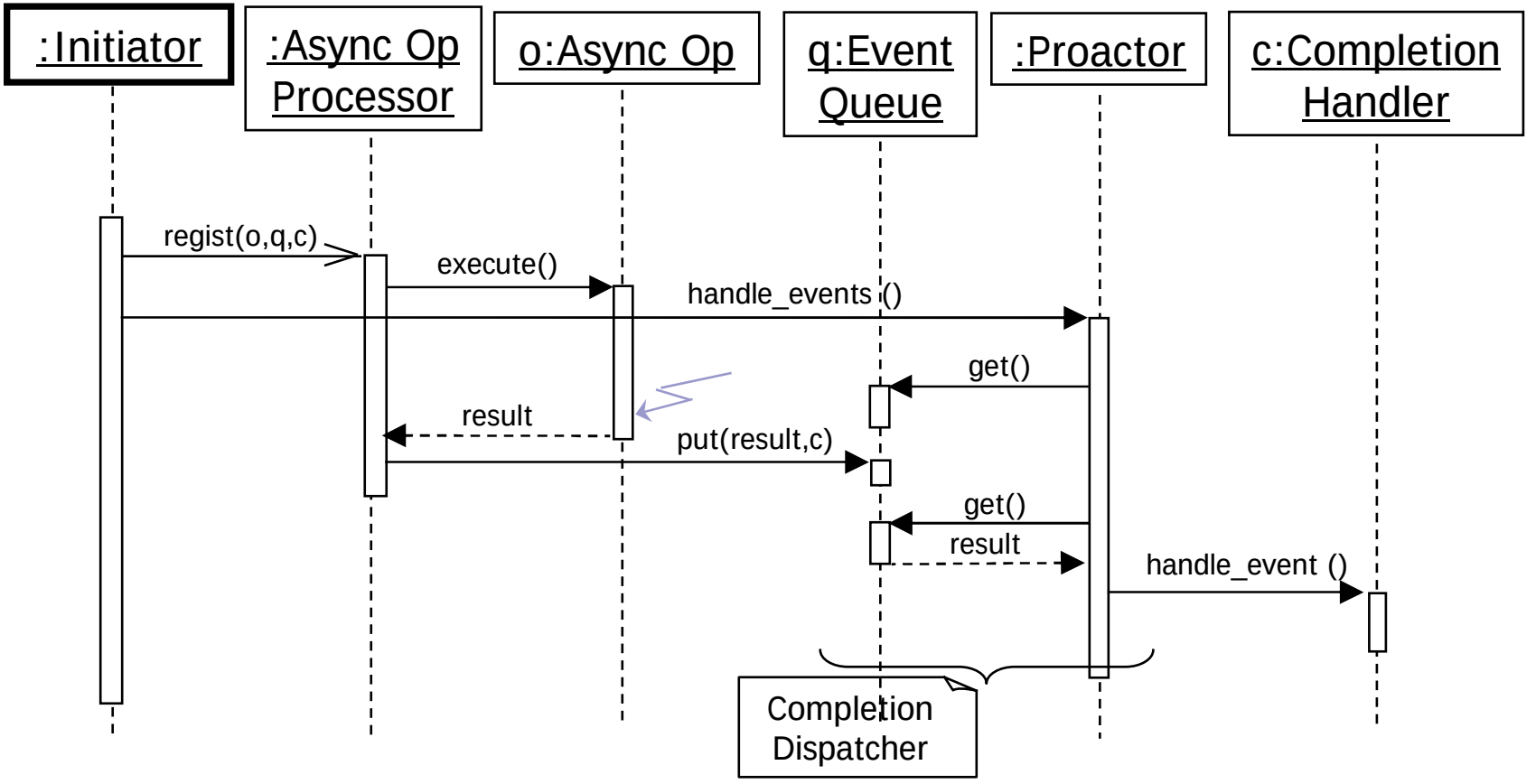
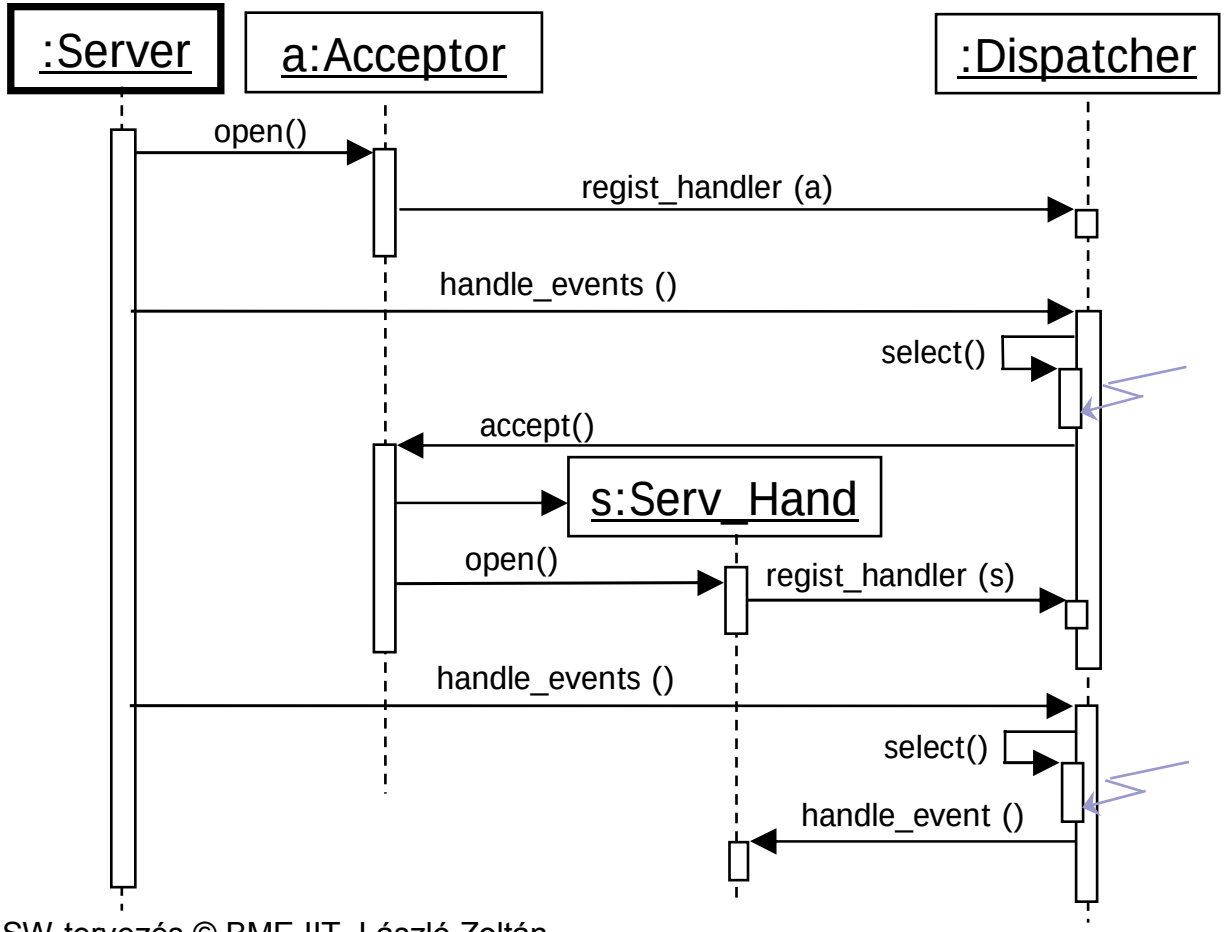
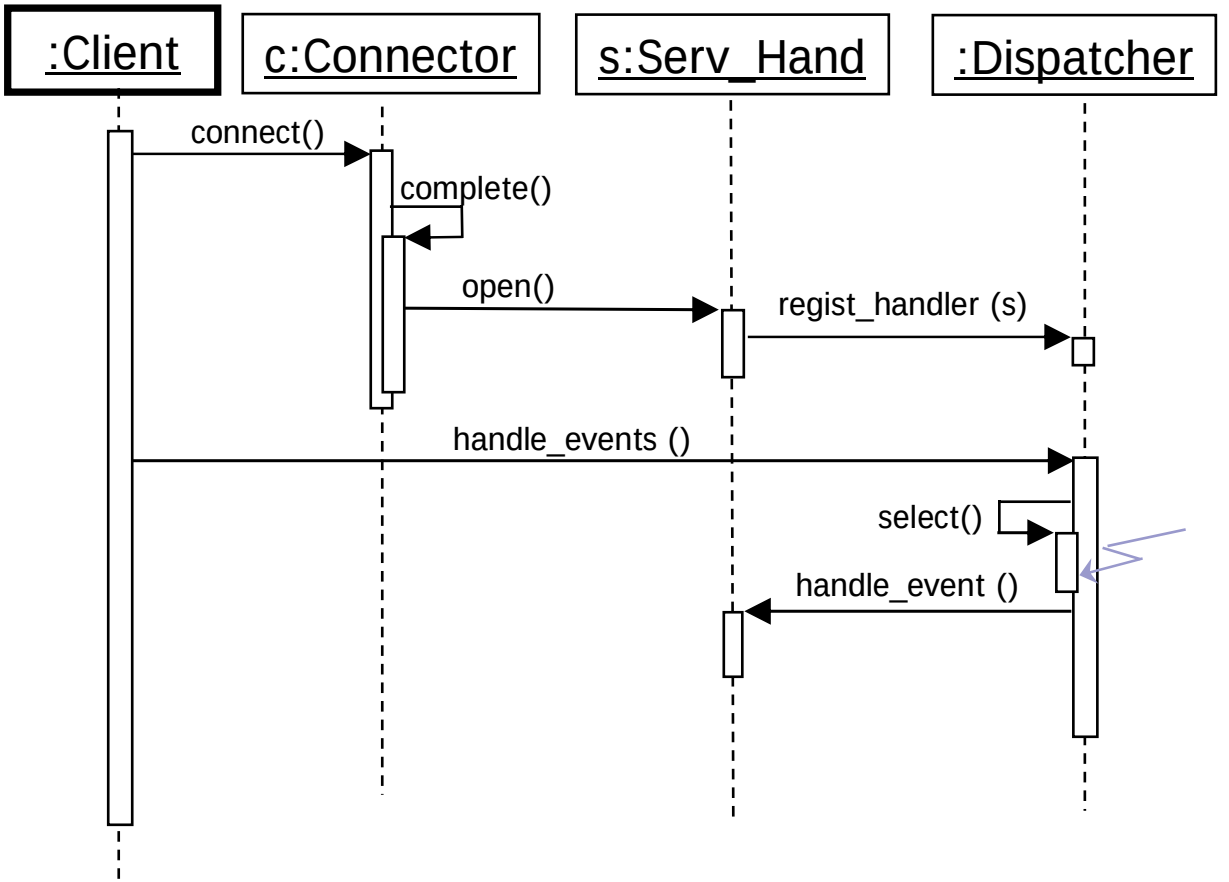
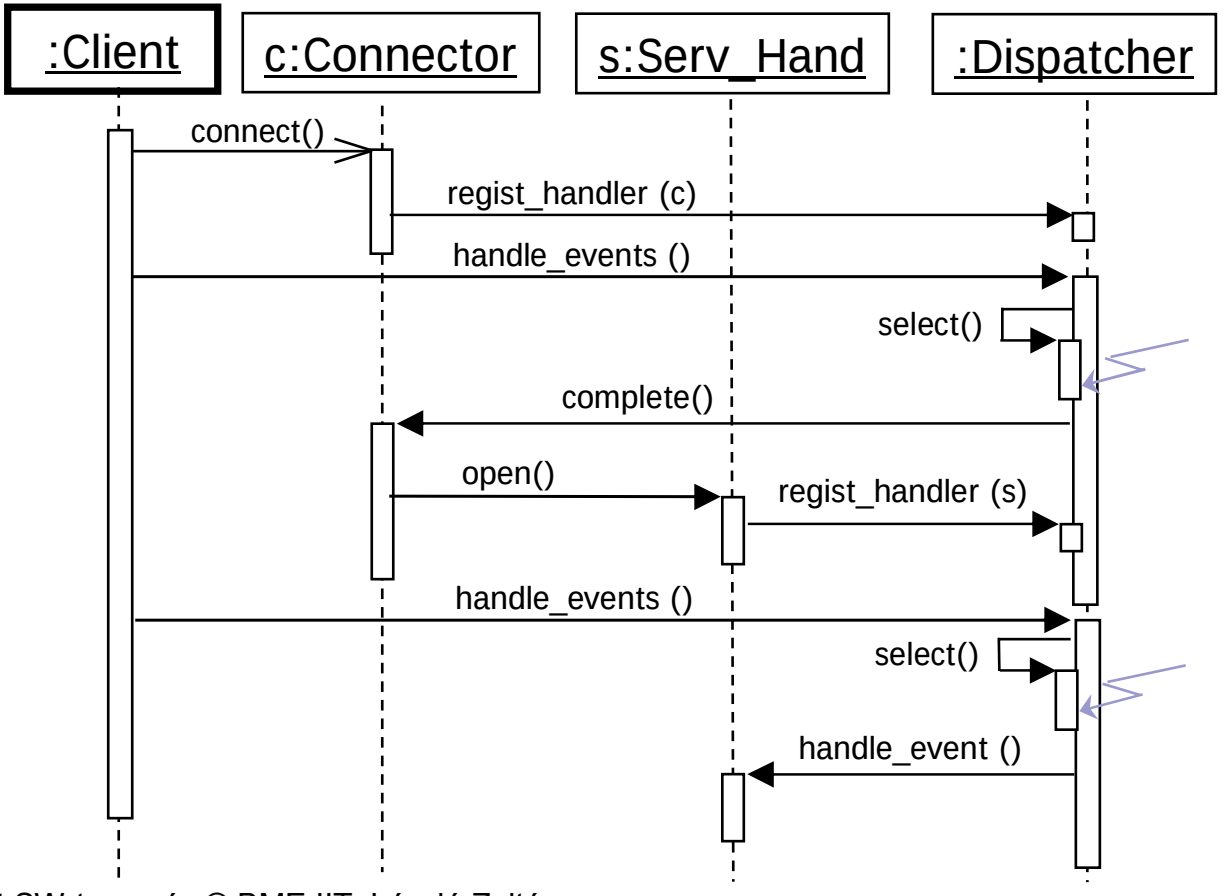
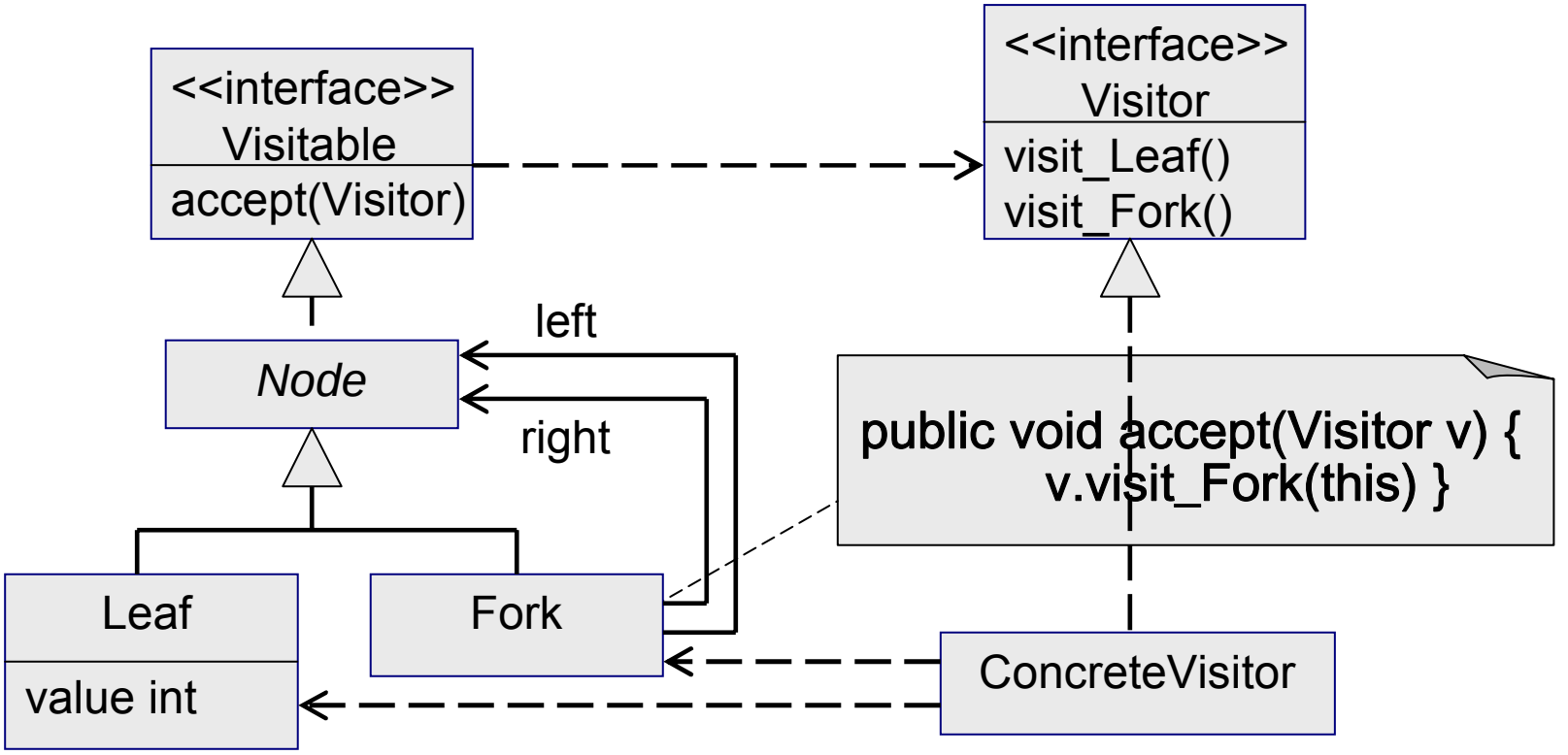
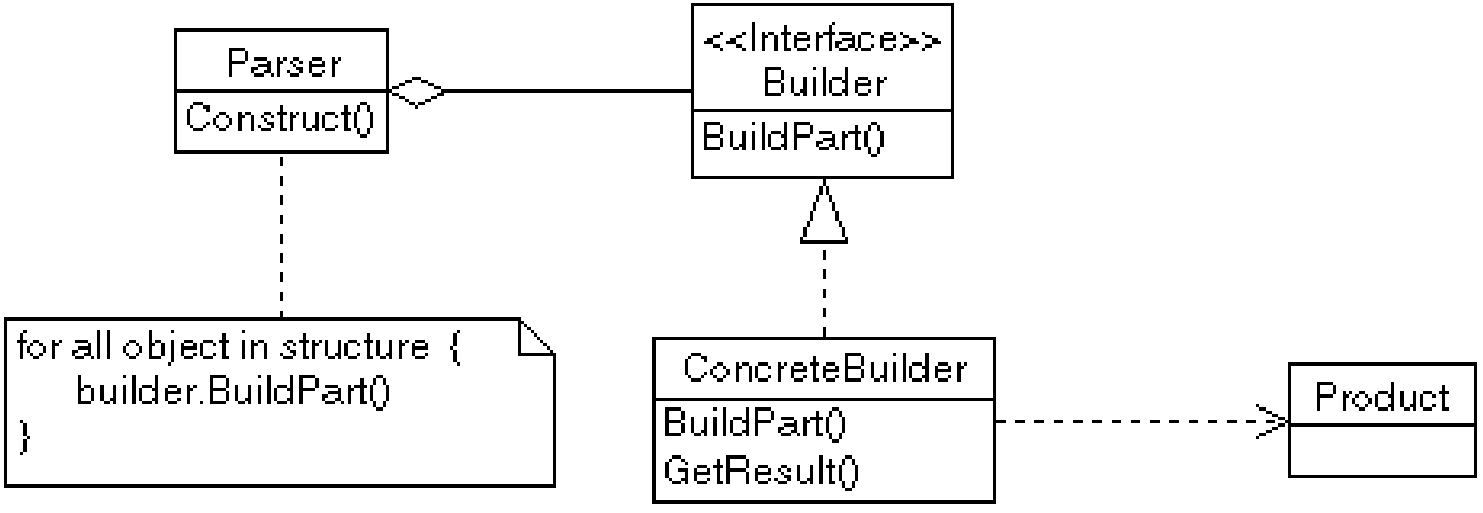
query.setParameter("threshold", my_threshold);

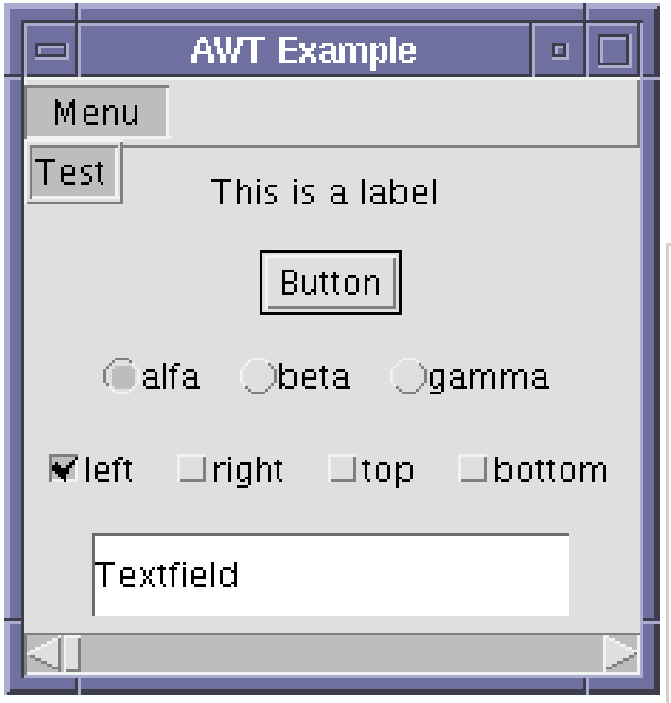
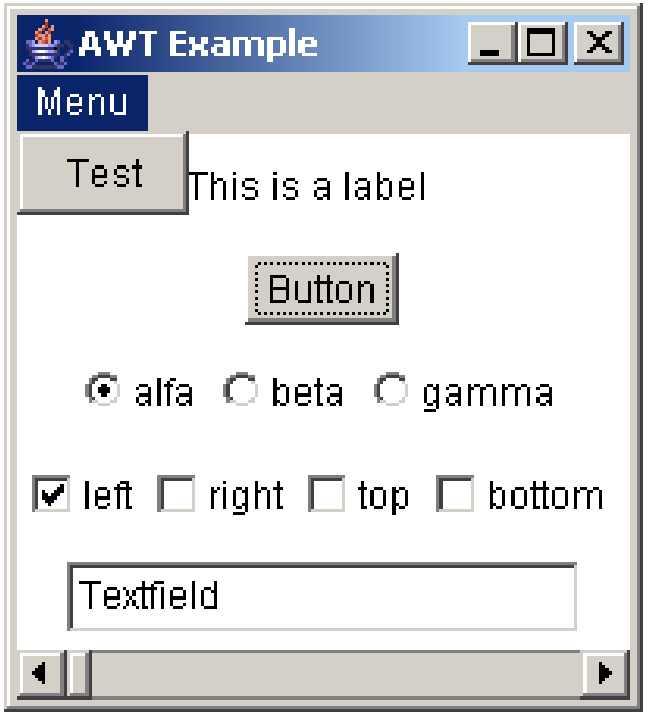
List results = query.getResultList();
..
try {Object o = q1.getSingleResult();}
catch (NoResultException e){....}
```

Lekérdezések

- Natív SQL lekérdezés
  - A konkrét DB nyelve szerint
  - számozott paraméterezéssel

```
Query query = em.createNativeQuery("SELECT * FROM
            Product p WHERE p.param2 < ?1");

query.setParameter(1,my_threshold).
                                  setMaxResults(10);
List results = query.getResultList();
```

Lekérdezések

- Criteria Query - Hibernate
  - Builder minta szerint futás közben

```
CriteriaQuery cq1 = em.getCriteriaBuilder().
                                createQuery();
cq1.select(cq1.from(Person.class));

Iterator iter = ((List<Person>)
      em.createQuery(cq1).getResultList()).
      iterator();
```

Lekérdezések

- SQL – Többszörös SELECT

```
Query q = em.createQuery("SELECT p.name, SUM(c.km)
FROM Car c, Person p
WHERE c.owner=p GROUP BY p.name");

List<Object[]> result = q.getResultList();

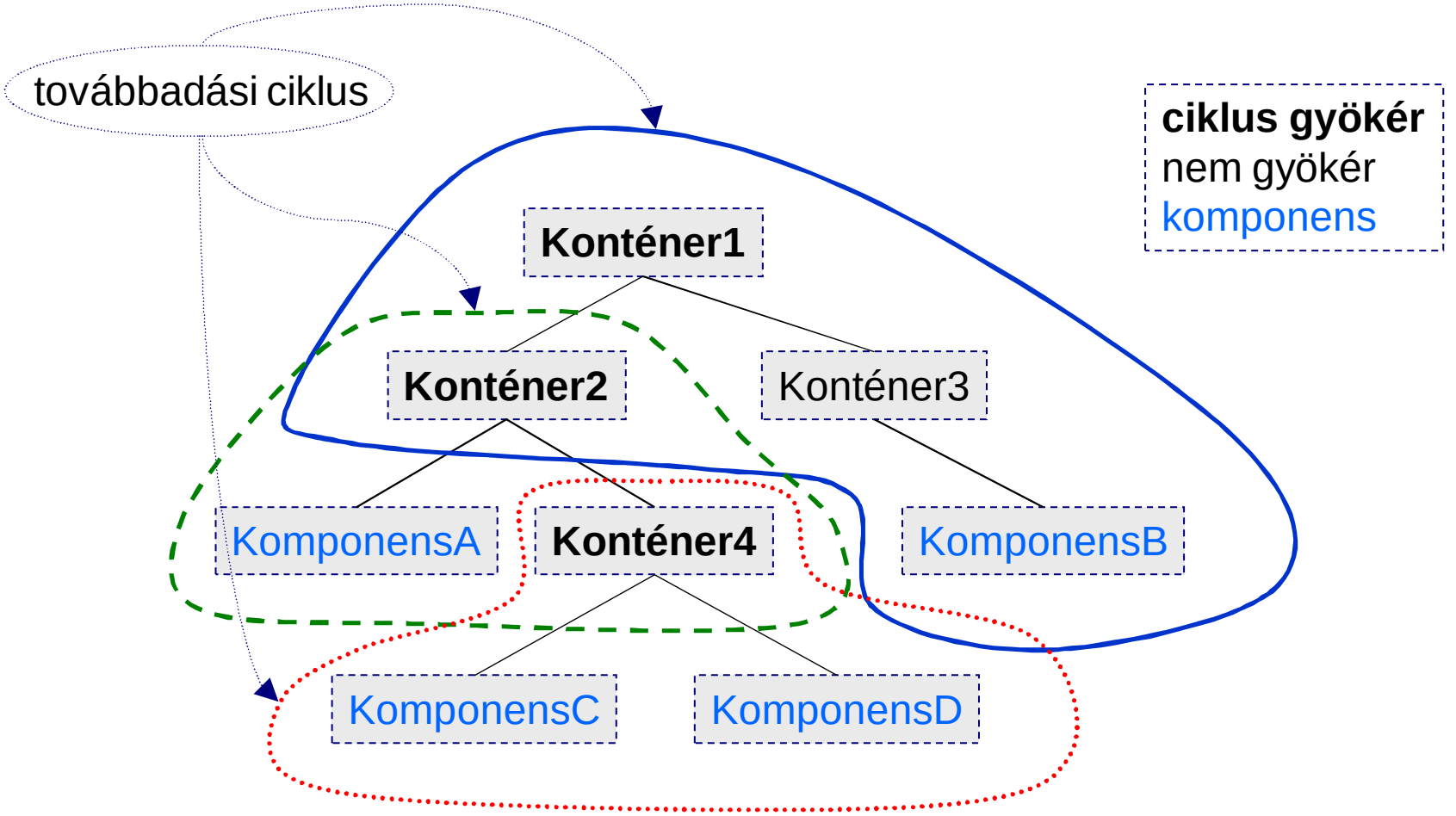
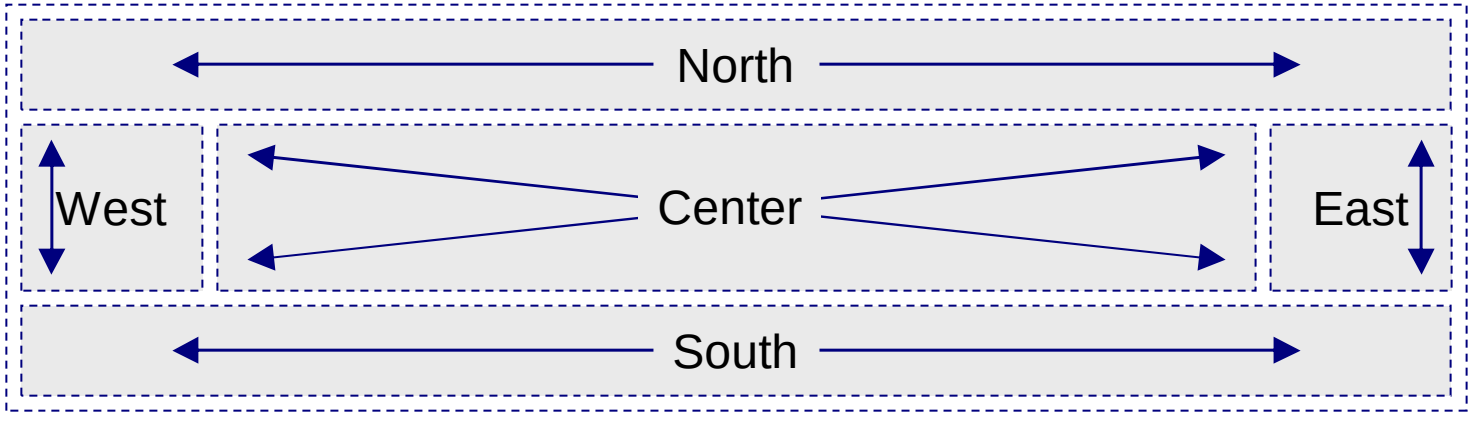
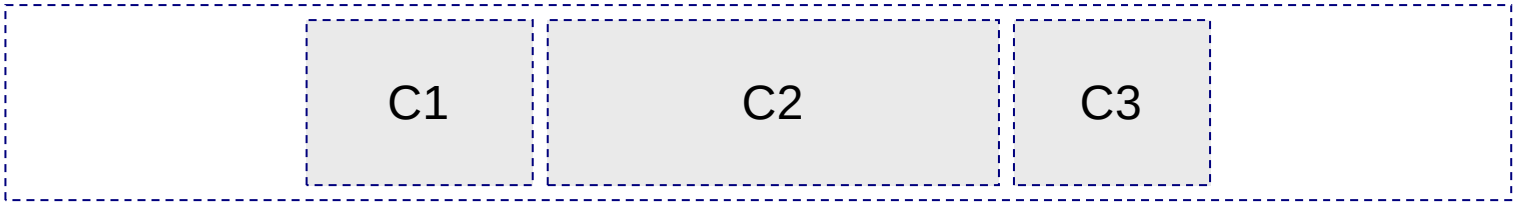
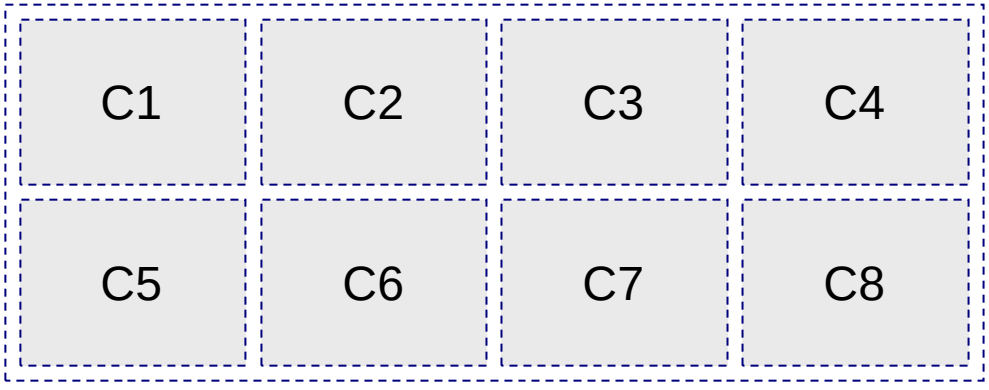
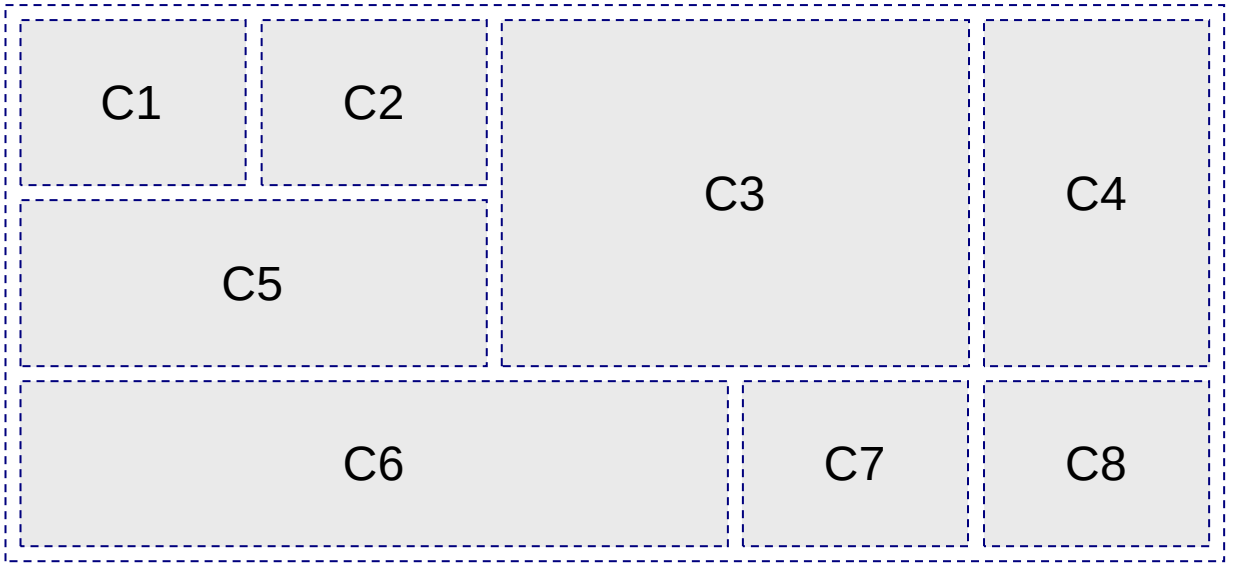
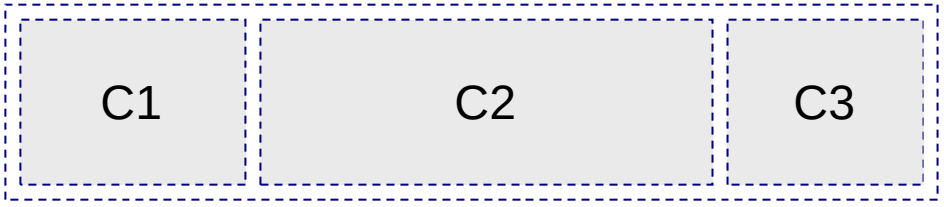
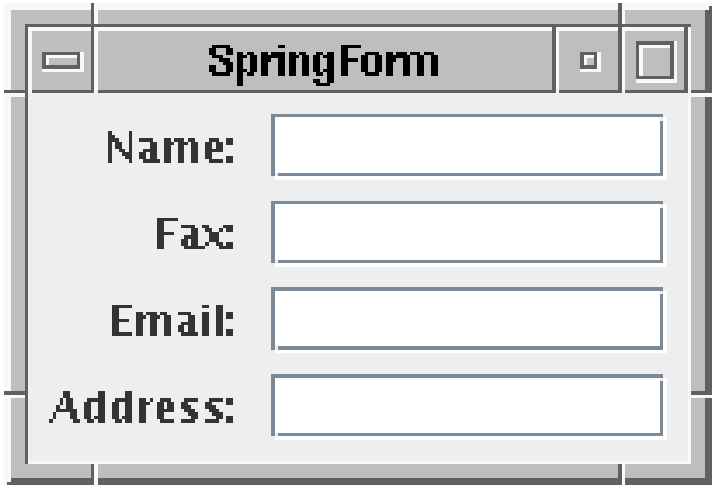
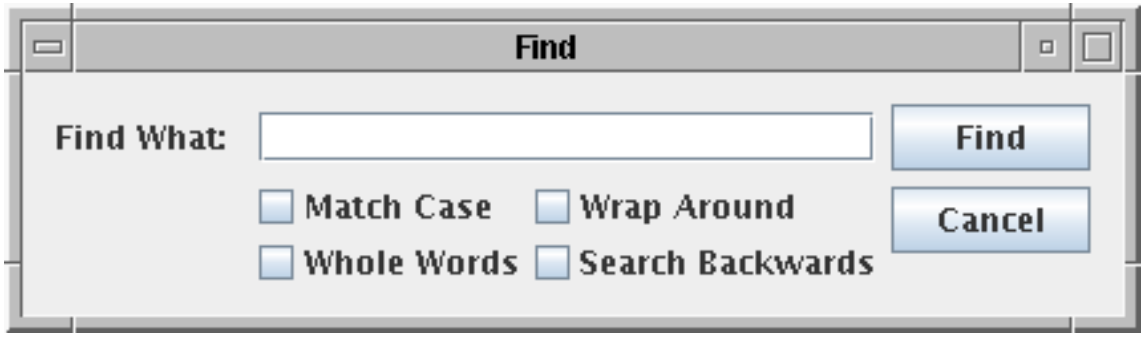
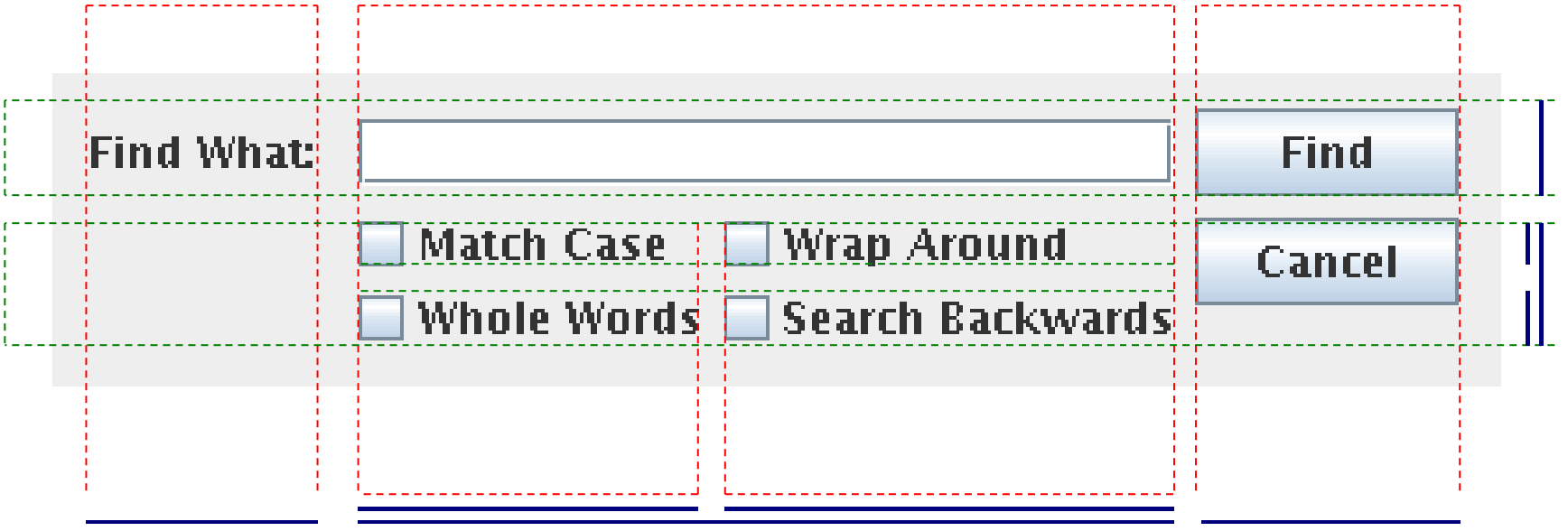
for (Object[] resultElement : result) {
 String namee = (String) resultElement[0];
 Long sumkm = (Long) resultElement[1];
 System.out.println(namee + " " + sumkm); }
```

OO adatbázisok

Objectstore – PSEPro 1

- Java objektumok perzisztenciája
- 50 MB adatbázis kezelés
- egy-felhasználós alkalmazásokhoz
- konkurens session-ök
- az alkalmazáson belül fut, nincs külső adatbázis
- szemétgyűjtés megoldva

Objectstore – PSEPro 2

- query
- kollekciók kezelése
- adatbázis helyreállítás – recovery
- API a kezelésre
  - adatbázis műveletek
  - session-ok, tranzakciók
  - root-ok kezelése (name service)
  - objektumok írása, olvasása

Alapfogalmak 1

- Session
  - Hozzáférés az API-hoz
  - Környezet az adatbázis eléréséhez
  - aktív – létrehozott és nem törölt
  - Konkurencia
    - JVM-en belül
    - JVM-ek között

Alapfogalmak 2

- Perzisztencia-képes (persistence capable)
  - adatbázisban tárolható
  - annotáció – posztprocesszálással
  - nem öröklődik
- Perzisztens objektum
  - Az adatbázisban tárolt objektum
  - Állapotai:
    - üres (hollow)
      - tok, amibe beolvasható az adatbázisból az objektum
      - lusta betöltés

Alapfogalmak 3

- Perzisztens objektum
  - Állapotai:
    - aktív
      - Az adatbázisban levő objektum másolata induláskor
      - tiszta vagy koszos (clean or dirty)
    - lejárt (stale)
      - elveszti a kapcsolatot az adatbázissal
- Perzisztencia-tudatos (persistence aware)
  - egy osztály, ha maga nem perzisztencia-képes, de hozzáfér egy perzisztens osztály attribútumához (perzisztens tömb eleméhez)

Alapfogalmak 4

- Tranziens objektum
  - nincs az adatbázisban
- Tranzitív perzisztencia
  - perzisztens objektum által hivatkozott objektumok szintén perzisztensek
- Annotáció
  - Posztprocesszor bytekódot injektál
- Gyökér (root)
  - Adatbázisbeli objektum elnevezése
  - Naming service

A feladat megoldása

- Perzisztens osztályok kiegészítése
  - perzisztens kollekciók
  - importálás
- Alkalmazás átalakítása
  - adatbázis adminisztráció
    - adatbázis, session, tranzakció
  - gyökerek, kollekciók
  - query-k, paraméterek

PSEPro részletek

- Szálak és session-ök
- Adatbázisok kezelése
- Tranzakciók
- Objektumok használata
- Kollekciók
- Lekérdezések

Szálak és session-ök 1

- Környezet és API



  - Current thread
  - Current session

Szálak és session-ök 2

- Szálak osztoznak a session-ön



Szálak és session-ök 3

- Konkurens szálak – különböző adatbázis



Szálak és session-ök 4

- Konkurens szálak – ugyanaz az adatbázis



Szálak és session-ök 5

- session létrehozása

```
public static Session create(String host,
                             java.util.Properties props)
```

- szálak kapcsolódása

```
public void join()
public static void leave()
```

- session-höz kapcsolódó objektumok léteznek függetlenül a szálaktól
- szál bármikor jöhet-mehet

Szálak és session-ök 6

- egyidőben egy tranzakció egy sessionhöz
- egyidőben egy adatbázishoz kapcsolódhat
  - tetszőleges számú *read-only* tranzakciót végrehajtó session
  - egy *update* tranzakciót végző session

```
public boolean inTransaction() //Session
public Transaction currentTransaction() //Session
public Session getSession() // Transaction
```

Szálak és session-ök 7

- Session terminálás

```
public void terminate() //Session
```

- A session-höz továbbra is kapcsolódnak az API és perzisztens objektumok
- Aktív-e a session ?

```
public boolean isActive() //szálból
```

Adatbázisok 1

- Létrehozás
  - előfeltétel: aktív session, tranzakcióban

```
public static Database create(String name,
                              int fileMod)
```

  - name = XXX.**odb**
  - fileMod = oprendszer-függő
    - ObjectStore.ALL_READ, ObjectStore.ALL_WRITE
    - ObjectStore.OWNER_READ, ….
  - DatabaseAlreadyExistsException

Adatbázisok 2

- Megnyitás
  - nem számít a tranzakció, lehet már nyitott

```
public static Database open(String name,
                            int openMode)
```

  - openMod =
    - ObjectStore.UPDATE, ObjectStore.READONLY
  - Többszörös nyitás – ugyanaz jön vissza
  - XXX.**odx** – az aktuális directoryban - lock

Adatbázisok 3

- Zárás
  - nincs tranzakcióban, adatbázis nyitva

```
public void close() // stale objektumok vagy
public void close(boolean RetainAsTransient)
Session.terminate() vagy ObjectStore.shutdown()
```

  - zárás után is megmarad
    - ismételt nyitáskor ugyanazt kapjuk vissza

Adatbázisok 4

- Szemétgyűjtés – JVM-től független
  - adatbázis zárva

```
public Properties GC() // database
```

  - konkurens session-t megvárja, lock update-re
- Törlés
  - db update-re nyitva, nincs tranzakció

```
db.destroy() // pers. obj - stale
```

  - fájlok törlése kívül

Adatbázisok 5

- Séma evolúció (verziózás)
  - Perzisztens objektum módosítása
  - Mikor KELL ?
    - perzisztens attribútum felvétele, törlése
    - perzisztens attribútum típusváltás
    - perzisztens attribútumok sorrendjének változása

Tranzakciók 1

- Konzisztens, biztonságos programrészlet
- Start
  - nem előírt a nyitott adatbázis

```
public static Transaction begin(int type)
```

  - type =
    - ObjectStore.UPDATE_*NON_BLOCKING*
    - ObjectStore.READONLY_*NON_BLOCKING*
  - lock-ok

Tranzakciók 2

- Zárás
- Update-re commit, RO-ra abort is jó
  - Commit
    - mentés, változások tárolása
    - tranzitív perzisztencia
    - perzisztens objektumok állapota
    - lock-ok felszabadítása

Tranzakciók 3

- Zárás
  - Commit

```
public void commit(int retain)
```

  - retain: ObjectStore.
    - _STALE
    - _HOLLOW
    - _READONLY
    - _UPDATE
    - _TRANSIENT

Tranzakciók 4

- Zárás
  - Abort – rollback CSAK az adatbázisban

```
public void abort(int retain)
```

- Konkurencia
  - zár kezelés – adatbázis és tranzakció együtt
  - több read-lock, egy update-lock
  - sorban állnak a kérések

Objektumok 1

- Hogyan lesz perzisztens a tranziens ?
  - alkalmazás root-tá teszi
  - másik perzisztens referálja
  - fizikailag felír - `ObjectStore.migrate()`
- Memóriába betöltés
  - root-ból vesszük
  - external referencia
  - lekérdezésből
  - fizikai paraméterek alapján olvas

Objektumok 2

- Root
  - create – update tranzakt, adatbázis nyitva

```
public void createRoot(String name, Object object)
```

    - *name* – egyedi az adatbázisban
    - ua. objektum több *name*-hez is kapcsolódhat
  - primitív root

```
db.createRoot("foo", new Integer(5));
```

  - retreive

```
X x = (X)db.getRoot("foo");
```

Objektumok 3

- Root
  - összerendelés változtat – update tranzak.

```
public void setRoot(String name, Object object)
```

  - root törlése – update tranzakció

```
db.destroyRoot(String name);
```

object NEM

  - root mögötti objektum törlése

```
Object object = db.getRoot("xxx");
db.setRoot("xxx", null);
ObjectStore.destroy(object);
```

Objektumok 4

- External references
  - session, tranzakció nélkül referál
  - nem root is hivatkozható
  - létrehozása (session, tranzakció)
    - objektumból

```
public ExternalReference(Object obj)
```

    - stringből

```
public static ExternalReference fromString(String s)
```

  - referált objektum

```
public Object getObject() //Ext.ref – UAZ. session
```

Kollekciók

Class	*Implements*
OSHashBag	**Collection**
OSHashMap	**Map**
OSHashSet	**Set**
OSHashtable	None (Hashtable)
OSTreeMapByteArray	**Map**
OSTreeMapDouble	**Map**
OSTreeMapFloat	**Map**
OSTreeMapInteger	**Map**
OSTreeMapLong	**Map**
OSTreeMapString	**Map**
OSTreeSet	**Set**
OSVector	**Collection**
OSVectorList	**List**

Query 1

- *Collection*-t implementáló szerkezeten
- minden elemre kiértékelhető boole értékű
- operandus – joker is
  - literál – Java primitívek
  - name
    - publikus attribútum és metódus (static is !)
    - free variable

```
Query q = new Query(Employee.class, "getSalary()<50000");
Collection employees =(Collection)db.getRoot("employees");
Set result = q.select(employees);
```

Query 2

- Paraméterezés – free variables

```
public Query(Class elType, String queryExpr
                    [,FreeVariables freeVariables])
```

- példa

```
FreeVariables fv = new FreeVariables();
fv.put("IS", Integer.TYPE);
Query q = new Query(Person.class,"salary>=IS",fv);
FreeVariableBindings fvb = new FreeVariableBindings();
fvb.put("IS", new Integer(20000));
```

Query 3

- Végrehajtás – query metódusai

```
public Set select(Collection coll,
                  [FreeVariableBindings fvb])
public Object pick(Collection coll,
                  [FreeVariableBindings fvb])
```

Összefoglalás

Tanulság

- Szerializálás
  - lábbal hajtós
- Relációs adatbázis
  - azért a tábla az ÚR
- JPA
  - a keret takar
- OO adatbázis
  - kompromisszum

Objektumorientált szoftvertervezés

6. OO tervezés

Bevezetés

- Mikor jó egy OO program ?
- Beszélhetünk jó stílusról ?
- Vannak szabályok, formulák, amelyek szerint eljárva jó programot kapunk ?
- Vannak a program jóságának mérőszámai ?
- Mik a jó program jellemzői ?

Tartalomjegyzék

Tervezési elvek

Csatolás (coupling)

- Egy szoftver elem változása mekkora hatást okoz másik szoftver elemen ?
- Strukturális és moduláris rendszerekben
  - modulok közötti csatolás – fv hívás
  - dimenziók:
    - paraméterek komplexitása
    - paraméterek száma
    - csatolás ideje
- Laza csatolás - karbantarthatóság

Csatolás (coupling)

- OO világban
  - Két osztály (package, object ?) közötti kapcsolat
- Adat-csatolás
  - A osztályból elérjük B osztály attribútumát
- Osztály csatolás
  - Függőség (dependencia)
  - Specializáció
  - Asszociáció

Csatolás (coupling)

- Mértékek
  - D(ARP)C - Direct (Attribute, Reference, Parameter) Based Coupling
    - azon különböző osztályok száma, amelyeknek (attribútumát, metódusát, paraméterként) érjük el
  - DCC - Direct Class Coupling
  - CBO – Coupling Between Objects
    - azon különböző osztályok száma, amelyeket elérünk

Csatolás (coupling)

- Mértékek
  - Afferent Coupling (CA): Azon package-en kívüli osztályok száma, amelyek a package-beli osztálytól függenek.
  - Efferent Coupling (CE): Azon package-beli osztályok száma, amelyek package-en kívüli osztálytól függenek.
  - Instability (RMI): CE / (CA + CE)



Osztály csatolás

- Függőség
  - paraméter
  - lokális változó
  - return value (new is !)
- Mértékek
  - Number of used classes by dependency relation (NUCD)
  - Total number of evidences for ‘Used classes by dependency relation’ (TNUCD)
  - Ratio of NUCD to TNUCD (RNUCD)

Osztály csatolás

- Mértékek
  - Number of user classes for a class through dependency relation (NUCC)
  - Total number of evidences for ‘User classes through dependency relation’ (TNUCC)
  - Ratio of NUCC to TNUCC (RNUCC)

Osztály csatolás

- Specializáció
  - öröklés
  - interfész implementálás
- Mértékek
  - Depth of class in inheritance tree (DIT)
    - root = 0, többszörös = áganként
  - Number of children (NSC)

Osztály csatolás

- Asszociáció
  - referencia egy másik osztályra
  - Mértékek
    - Number of associated classes with a class (NAC)
    - Total associated class Usages (TACU)

Kohézió

- Egy egységbe (modul, osztály, blokk) tartozó elemek közötti kapcsolat erőssége
  - Metóduson belül
    - funkcionális - OK
    - szekvenciális - elfogadott
    - kommunikációs - `switch` a műveletre
    - procedurális - `instanceOf`
    - temporális
    - logikai
    - esetleges

Kohézió - LCOM

- Lack of Cohesion Metric (LCOM, IEEE TSE 94)
  - Legyen p(X) X tulajdonsága, akkor
  - $\sigma(X,Y) = p(X) \cap p(Y)$ a hasonlóság mértéke p()-ben
  - Legyen p() az O operáció által használt attribútumok halmaza
  - Class C operációi: $O_1, O_2, \ldots, O_n$ attribútumai: $a_1, \ldots$
  - Mindegyik O_i egy A_i attribútumhalmazon operál
  - Legyen $P = \{ (A_i,A_j) \mid A_i \cap A_j = \varnothing \}$
    - üres metszet, az operációk nem hasonlítanak
  - Let $Q = \{(A_i,A_j) \mid A_i \cap A_j \neq \varnothing \}$
    - Nem üres metszet, valamekkora hasonlóság
  - LCOM = $| P | - | Q |$ if $| P | > |Q|$
    = 0 egyébként

Kohézió - LCOM

- Példa
  - Class C három operáció: M1, M2, and M3.
  - Példa 1:
    - A1 = {a, b, c, d, e}, A2 = {a, b, e}, and A3 = {x, y, z}.
    - $A1 \cap A2 \neq \emptyset$, but $A1 \cap A3 = A2 \cap A3 = \emptyset$.
    - So | P | = 2, and | Q | = 1
    - LCOM = 2 – 1 = 1.
  - Példa 2:
    - A1 = {a, b, c, d, e}, A2 = {a, b, e}, and A3 = {c, d, e}.
    - $A1 \cap A2 \neq \emptyset$, $A1 \cap A3 \neq \emptyset$, and $A2 \cap A3 \neq \emptyset$.
    - | P | = 0 < | Q | = 3, LCOM = 0.

Kohézió – package szinten

- Foundation
  - Abstract/Math – Complex, ..
  - Physical Unit – date, time, point, line, money, …
  - Structural – stack, list, tree, …
- Architectural
  - HCI – Window, CommandButton, TextField, …
  - Database manipulations – Transaction, Session, …
  - Communication – Port, ORB, NameService, …
- Business
  - Role – Customer, Patient, Invoice, …
  - Relationship – AccountOwner, PatientSupervisior, ….
- Application

Egyéb nem OO mértékek

- Cyclomatic Complexity (CC)
  - egy metódus bonyolultsága
  - a bejárások száma - tesztelés
  - CC = #edge - #node + 2
  - alacsony CC a jó
- Size
  - LOC – mindegyik sor,
  - NCNB – no comment, no blank lines
  - EXEC – végrehajtható utasítások

Egyéb OO mértékek

- Comment Percentage - kommentezettség
  - CP – total nbr. of comments/(LOC – BL)
- Weighted methods per class (WMC)
  - egy osztályhoz tartozó metódusok CC-je összesen
  - az osztály elkészítésének bonyolultsága ?
- Response for a class (RFC)
  - egy osztályhierarchiában az elérhető metódusok száma
  - csak public vagy mind

Egyéb OO mértékek

- Abstractness (RMA)
  - Az absztrakt és összes osztályok számának aránya a package-ben
- Normalized Distance (RMD): | RMA + RMI - 1 |
- Különféle elemek száma:
  - static attribútumok
  - static metódusok
  - átadott paraméterek
  - blokkok mélysége



OO metrika eszközök

- LocMetrics - C#, C++, Java, SQL

  http://www.locmetrics.com/

- Eclipse plug-in

  http://metrics.sourceforge.net/update

- Összefoglaló tábla

  http://www.laatuk.com/tools/metric_tools.html

- Kereshető tool-ra

  http://www.stickyminds.com/tools.asp

Eclipse - metrics

- Példa: lemming feladat

Metric	Total	Mean	Std. Dev.	Maximum	Resource causing Maximum	Method
Number of Overridden Methods (avg/max per type)	27	0,346	0,748	3	/pelda/lemmings/BuildingActivity.java	
Number of Attributes (avg/max per type)	96	1,231	1,908	8	/pelda/lemmings/Level.java	
Number of Children (avg/max per type)	38	0,487	1,715	12	/pelda/lemmings/Proto.java	
Number of Classes (avg/max per packageFragment	78	26	23,338	59	/pelda/lemmings	
Method Lines of Code (avg/max per method)	2222	4,471	6,919	62	/pelda/lemmings/LevelStore.java	createLemmingActivity
Number of Methods (avg/max per type)	472	6,051	7,112	33	/pelda/lemmings/GameElement.java	
Nested Block Depth (avg/max per method)		1,223	0,686	6	/pelda/lemmings/Stone.java	out
Depth of Inheritance Tree (avg/max per type)		1,923	0,931	5	/pelda/controller/Graphic.java	
Number of Packages	3					
Afferent Coupling (avg/max per packageFragment)		4	4,243	10	/pelda/lemmings	
Number of Interfaces (avg/max per packageFragm	12	4	5,657	12	/pelda/lemmings	
McCabe Cyclomatic Complexity (avg/max per meth		1,531	1,408	15	/pelda/lemmings/GameElement.java	checkCollideWith
Total Lines of Code	3651					
Instability (avg/max per packageFragment)		0,737	0,108	0,889	/pelda/view	
Number of Parameters (avg/max per method)		0,738	0,706	5	/pelda/lemmings/StatusInfo.java	StatusInfo
Lack of Cohesion of Methods (avg/max per type)		0,131	0,26	0,821	/pelda/lemmings/Level.java	
Efferent Coupling (avg/max per packageFragment)		9,667	7,04	19	/pelda/lemmings	
Number of Static Methods (avg/max per type)	25	0,321	1,765	14	/pelda/lemmings/Logger.java	
Normalized Distance (avg/max per packageFragmer		0,137	0,142	0,333	/pelda/controller	
Abstractness (avg/max per packageFragment)		0,126	0,11	0,268	/pelda/lemmings	
Specialization Index (avg/max per type)		0,107	0,314	2	/pelda/controller/Graphic.java	
Weighted methods per Class (avg/max per type)	761	9,756	13,882	76	/pelda/lemmings/GameElement.java	
Number of Static Attributes (avg/max per type)	34	0,436	1,226	7	/pelda/lemmings/Proto.java	

Eclipse - metrics

- Példa: lemming feladat – függőségi gráf



Eclipse - metrics



Eclipse - metrics



Becslés

Cocomo 2.0

- Constructive Cost Model
- Célkitűzések
  - Költség és ütemezés becslése a 200x évek gyakorlatában bevett életciklus modellekre
  - A fejlődést követni képes támogató eszközök és adatbázisok kiépítésének háttere
  - A fejlesztés érettségének mérésére alkalmas módszerek és eszközök háttere

Cocomo 2.0

- Célcsoportok
  - Application composition – 1. fázis
  - Alkalmazás generálás
  - Rendszerintegráció
  - Infrastruktúra

  } 3 fázisú modell

Cocomo 2.0 fázisai

- Fázisok
  1. Application Composition – prototípus
     - Object Points –ból indul
  2. Early Design – architektúra változatok
     - Function Pointból és SLOC-ból
  3. Post-Architecture – megoldás ismert
     - Function Pointból és SLOC-ból

Cocomo 2.0 lépései

1. munka mennyisége

$$Effort = 2.94 * EAF * (KSLOC)^{E}$$

- Effort (PersonMonth, PM)
- EAF = Effort Adjustment Factor
- KSLOC = kilo source LOC
- E = exponens

Cocomo 2.0 lépései

2. fejlesztési idő

$$Duration = 3{,}67 * (Effort)^{SE}$$

- Duration – (M-ben)
- Effort (PersonMonth, PM)
- SE = schedule equation exponent

Cocomo 2.0 tényezők

$$Effort = 2.94 * EAF * (KSLOC)^{E}$$

- E – skálázási tényezők
  - precedens
  - fejlesztés rugalmassága
  - kockázatkezelés
  - csoport kohézió
  - process érettsége

Cocomo 2.0 hangolás

$$\text{Effort} = 2.94 * \text{EAF} * (\text{KSLOC})^{E}$$

- EAF – hangolási tényezők (7, 17)
  - termék
  - platform
  - stáb
  - project

Object points

- Célja: Effort számítása
- Lépései:

1. Ernyők, listák, 3GL komp. becslése
2. Osztályozás, súlyozás
3. Object point számítása – reuse
4. PROD ráta becslése
5. PM számítása

Funkciópont elemzés

- FPA - http://www.ifpug.org/
- Komponensek:
  - External Inputs
  - External Outputs
  - External Inquiries
  - Internal Logical Files
  - External Interface Files
  - +14 Value Adjustment Factor (VAF)

Cocomo 2.0 - eszközök

- Tool-ok (példák)
  - egyszerű

    http://www.cms4site.ru/utility.php?utility=cocomoii
  - COCOMO 2000 site

    http://sunset.usc.edu/research/COCOMOII/expert_cocomo/expert_cocomo2000.html
  - COSTAR

    http://www.softstarsystems.com/

CDP minták

CDP - áttekintés



Locking minták

- Scoped Locking Idiom
  - probléma: biztonságos lock felszabadítás

```
void sync_oper1(...) {
      my_lock.acquire();
        .... // critical section
      my_lock.release();
}
```

  - megoldás: Guard class

```
Thread_Mutex_Guard guard(my_lock);
```

Locking minták

- Scoped Locking Idiom

```
class Thread_Mutex_Guard {
      public:
        Thread_Mutex_Guard(Thread_Mutex &lock)
          :lock_(lock) {result_ = lock_.acquire();}
        ~Thread_Mutex_Guard(void); {
            if (result_ != -1) lock_.release();}
      private:
        Thread_Mutex &lock_;
        int result_;
};
```

Locking minták

- Double-Checked Locking

```
if (flag == FALSE){
      my_lock.acquire();
        .... // critical section
      flag = TRUE;
      my_lock.release();
}
```

  - probléma: Singleton implementációja

Locking minták

- Double-Checked Locking

```
my_lock.acquire();
      if (flag == FALSE){
            .... // critical section
            flag = TRUE;
      }
my_lock.release();
```

  - probléma: hatékonyság

Locking minták

- Double-Checked Locking

```
if (flag == FALSE){
      my_lock.acquire();
            if (flag == FALSE){
            .... // critical section
            flag = TRUE;
            }
      my_lock.release();
}
```

  - probléma: compiler optimalizálás

Locking minták

- Thread-safe Interface
  - probléma: komponensen belülről és kívülről is egyaránt használható legyen. Cél
    - holtpont elkerülése
    - hatékonyság



Locking minták

- Thread-safe Interface
  - megoldás: két interfész
    - külső interfész ellenőriz
    - implementáció privát és elfogad



Locking minták

- Strategized Locking
  - probléma: a lock-olás beégetése a programba akadály:
    - újrahasznosítás
    - teljesítmény hangolás
    - karbantartás



Locking minták

- Strategized Locking
  - megoldás: run-time delegálható szinkronizációs aspektus



Konkurencia minták

- Monitor Object
  - probléma: több kliens szál párhuzamosan
  - megoldás:
    - Minden Java object implicit Monitor
    - `Synchronized` metódus

Konkurencia minták

- Aktív objektum
  - probléma: konkurrens kérések kezelése
    - “guarded” vagy “concurrent” szemantika szerint
    - nem blokkoló metódushívás
  - megoldás:
    - a metódus meghívása és végrehajtásának szétcsatolása
    - végrehajtás saját szálon

Konkurencia minták

- Aktív objektum



Konkurencia minták

- Aktív objektum



Esemény minták

- Reactor
  - probléma: szerver alkalmazás több klienst szolgál ki
  - megoldás: integrálni
    - a szinkron esemény-demultiplexelést
    - az event handler-ek kezelését

Esemény minták

- Reactor



Esemény minták

- Reactor



CDP minták

- Vezető-követők (leader-followers)
  - probléma: több eseményt konkurens módon kezelő alkalmazás implementálása
  - megoldás:
    - szálakból egy csokrot készítünk
    - az eseményt demultiplexeljük
    - szinkron lekezeljük

CDP minták

- Vezető-követők (leader-followers)



CDP minták

- Vezető-követők (leader-followers)



CDP minták

- Vezető-követők (leader-followers)



Esemény minták

- Proactor
  - probléma: szerver alkalmazás több klienst szolgál ki (mint a Reactor-nál)
  - megoldás: integrálni
    - az aszinkron esemény-demultiplexelést
    - az event handler-ek kezelését

Esemény minták

- Proactor



Esemény minták

- Proactor



CDP minták

- Csatlakozó (acceptor-connector)
  - probléma: összefonódik a kapcsolódó és a kommunikációs szerep
  - megoldás: szétválasztani
    - a kapcsolódást és inicializálást
    - a szolgáltatás nyújtását

CDP minták

- Csatlakozó (acceptor-connector)



CDP minták

- Csatlakozó (acceptor-connector(szinkron))



CDP minták

- Csatlakozó (acceptor-connector(aszinkron))



Egyéb minták

Visitor Combinator

- Klasszikus visitor



Visitor Combinator

- Klasszikus visitor problémák
  - Ki vezérli a bejárást ?
    - Külső program ?
    - Accept ?
    - Visitor ?
  - Újrahasználhatóság ?
    - Öröklés – specializálás
    - Több helyről - többszörös öröklés ????
- Megoldás: Visitor Combinator

Visitor Combinator

- Identity - minek ????

```
class Identity implements Visitor {
      public void visit_Leaf(Leaf leaf) {}
      public void visit_Fork(Fork fork) {}
}
```

- AddOne – egy példa

```
class AddOne extends Identity {
      public void visit_Leaf(Leaf leaf) {
      leaf.value = leaf.value + 1;
}
```

Visitor Combinator

- Sequence

```
class Sequence implements Visitor {
      Visitor first;
      Visitor then;
      public Sequence(Visitor _first, Visitor _then){
         first = _first;
         then = _then; }
      public void visit_Leaf(Leaf leaf) {
         leaf.accept(first);
         leaf.accept(then); }
      public void visit_Fork(Fork fork) {
         fork.accept(first);
         fork.accept(then); }
}
```

Visitor Combinator

- Mire jó a Sequence ?

```
class Twice extends Sequence {
      public Twice(Visitor v){
         super(v, v); }
}
```

- másik példa

```
class AddTwo extends Twice {
      public AddTwo(){
         super(new AddOne()); }
}
```

Visitor Combinator

- Alternatív kombináció
- Hiba a látogatáskor

```
public class VisitFailure extends Exception {}
```

- Fail

```
class Fail implements Visitor {
      public void visit_Leaf(Leaf l) throws VF {
         throw new VisitFailure();}
      public void visit_Fork(Fork f) throws VF {
       throw new VisitFailure();}
}
```

Visitor Combinator

- Choice

```
class Choice implements Visitor {
      Visitor first;
      Visitor then;
      public Choice(Visitor _first, Visitor _then){
         first = _first;
         then = _then; }
      public void visit_Leaf(Leaf leaf) {
         try {leaf.accept(first);}
         catch (VF f) {leaf.accept(then); }
      public void visit_Fork(Fork fork) {
         try {fork.accept(first);}
         catch (VF f) {fork.accept(then); }
}
```

Visitor Combinator

- IsZero

```
class IsZero extends Fail {
      public void visit_Leaf(Leaf _l)throws VF {
         if (_l.value != 0) {
            throw new VisitFailure();} }
}
```

- Try

```
class Try extends Choice {
      public Try(Visitor v){
         super(v, new Identity()); }
}
```

Visitor Combinator

- Kombinátor algebra

  Sequence(Identity, v) = v

  Sequence(v, Identity) = v

  Sequence(Fail, v) = Fail

  Sequence(v, Fail) = Fail (ha v-nek nincs mellékhatása)

  Choice(Fail, v) = v

  Choice(v, Fail) = v

  Choice(Identity, v) = Identity

  Try(v) = Choice(v, Identity)

  IfZeroAddOne = Try(Sequence(IsZero, AddOne))

Visitor Combinator

- Bejáró kombinátorok
  - mindegyik közvetlen gyermekre

```
class All implements Visitor {
      Visitor v;
      public All(Visitor _v){
         v = _v; }
      public void visit_Leaf(Leaf leaf) throws VF {
      }
      public void visit_Fork(Fork fork) throws VF {
         fork.left.accept(v);
         fork.right.accept(v);
      }
}
```

Visitor Combinator

- Bejáró kombinátorok

TopDown(v) = Sequence(v, All(TopDown(v)))

```
class TopDown extends Sequence {
       public TopDown(Visitor v) {
         super(v, null);
         then = new All(this); }
}
```

BottomUp(v) = Sequence(All(BottomUp(v)), v)

```
class BottomUp extends Sequence {
       public BottomUp(Visitor v) {
         super(null, v);
         first = new All(this); }
}
```

Builder minta



Builder minta

```
public class Complex {
  private final double x;
  private final double y;
  public static class Builder {
    private double x;
    private double y;
    public Builder() {x = 0; y = 0;}
    public Builder x(double xx)
                          {x = xx; return this;}
    public Builder y(double yy)
                          {y = yy; return this;}
    public Complex build() {return new
                                Complex(this);}
  }
  private Complex(Builder builder)
                  {x = builder.x; y = builder.y;}
}

Complex c1 = new
      Complex.Builder().x(3).y(7).build();
```

Objektumorientált szoftvertervezés

Ablakkezelés, SWING

Ablakkezelés Java-ban

- AWT
  - Abstract Windowing Toolkit
  - natív ablakkezelés és widgetek
- SWING
  - Java Foundation Classes
  - light-weight widgetek
- SWT, GWT stb
  - SWT: Standard Widget Toolkit
    - Eclipse és barátai
  - GWT: Google Web toolkit

Abstract Windowing Toolkit

- JDK 1.0-tól
- Abstract: az interfésze független a platformtól
  - mindenhol natívan néz ki
  - natív implementációval
  - inkompatibilitás
- Netscape nyomására
- Emiatt kezdetben sok hiba
  - eseménykezelés átgondolatlan
  - sok bug

Alap AWT widgetek

- Canvas
- Button
- List
- TextBox
- Menu
- Choice
- Checkbox
- CheckboxGroup
- ...





Konténer (**`Container`**)

- A komponenseket konténerekbe tesszük
  - **`Panel`**
  - **`ScrollPane`**
  - **`Window`**
  - **`Frame`**
  - `...`
- A konténer is komponens
  - konténerbe másik konténer is tehető
  - hierarchikus tartalmazás jön létre
    - klasszikus fa szerkezet

Konténer felelőssége

- Komponensek megtalálása
  - adott pozíción levő
  - adott sorszámú
  - lista az összesről
- A fókusz továbbadása
  - ki az aki a billentyűzetről jövő információt kezeli
- A komponensek elhelyezése
  - az alkalmazott algoritmus a *LayoutManager*-ben van implementálva *(Strategy pattern)*
  - rekurzív méretszámítás

Eseménykezelés

Eseménykezelés 1.0

- Component osztály metódusai
  - `public boolean handleEvent(Event e)`
  - `public boolean mouseDown(Event e, int x, int y)`
  - `public boolean keyDown(Event e, int key)`
  - `public boolean action(Event e, Object what)`
  - `...`
- AWT az érintett komponensnek meghívja a **`handleEvent`** metódusát
- A **`handleEvent`** default módon meghívja az érintett egyebet

Eseménykezelés 1.0 (2)

- Az érintett kezelő metódus *true*-val tér vissza, ha kezelt
- Ha *false*, akkor a hierarchiában eggyel feljebb levőt hívja
- A fejlesztő leszármaztat a komponensből, és amit akar, felüldefiniál

Eseménykezelés 1.0 (3)

- Az összes esemény akár a hierarchia tetejéig is eljuthat
  - hatalmas overhead
- Keveredik az eseménykezelés és a megjelenítés
- Alapból minden komponenshez egy eseménykezelő
  - ez persze megvalósíthatja az observer mintát
- A metódusok paraméterei rondák
- Csak egy **`Event`** osztály

Eseménykezelés 1.0 példa

```
public class MyButton extends Button {

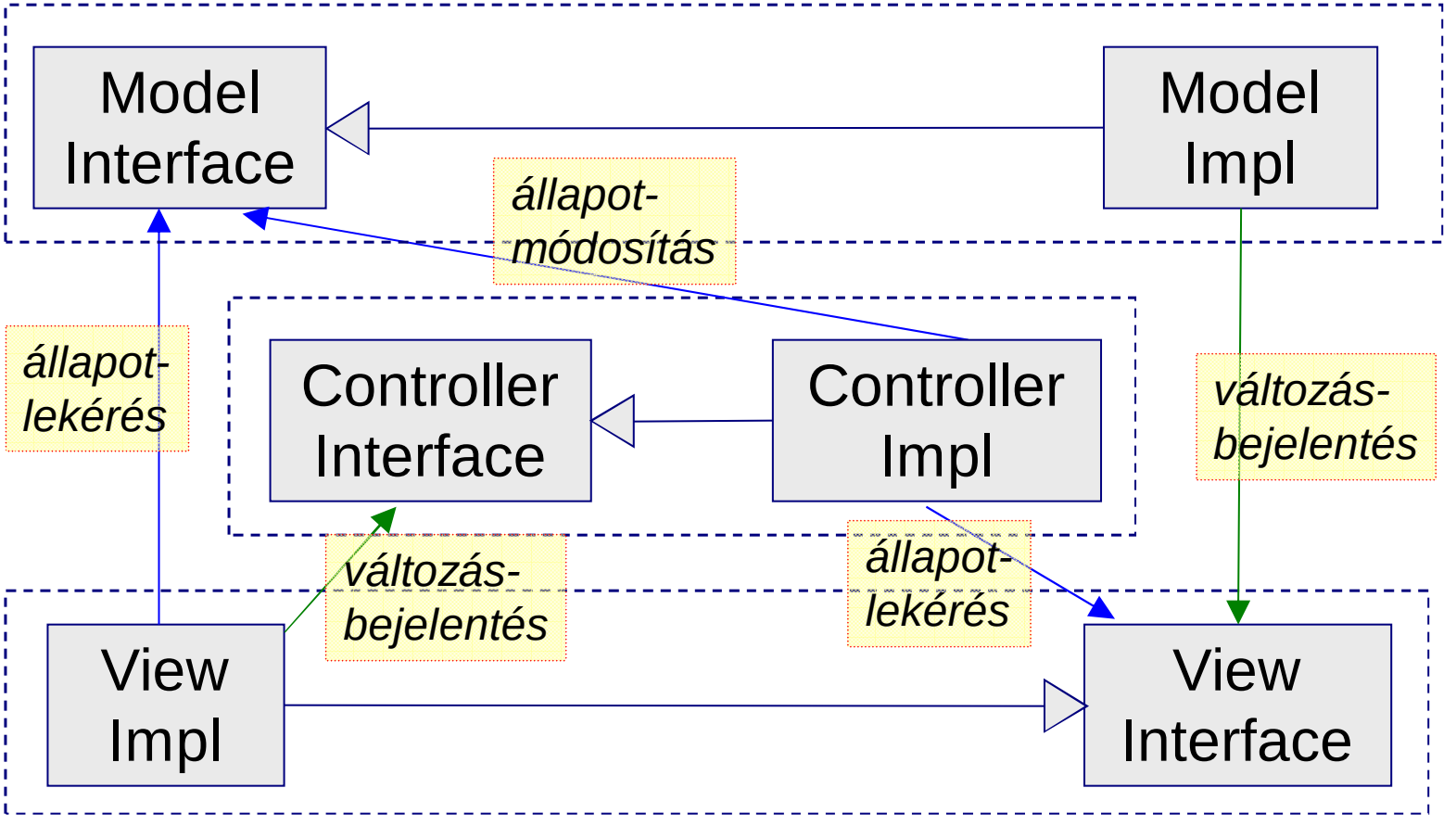
      public boolean action(Event e, Object o) {
            System.out.println("Button pressed");
            return true;
      }

}
```

Eseménykezelés 1.1

- Observer minta
  - az események iránt érdeklődők regisztrálnak a komponensnél
  - többen is megkaphatják az eseményt
  - egy observer több komponenshez is regisztrálhat
- Többfajta eseménytípus (újak is)
  - **`java.util.EventObject`**
  - **`java.awt.AWTEvent`**
  - **`java.awt.event.MouseEvent`**
- Az események jól elkülöníthetők
  - a felelősség osztható

Eseménykezelés 1.1 (2)

- ***XEvent*`Listener`**
  - interfész
  - megvalósítását komponenshez lehet regisztrálni
    - **`add`*`XEvent`*`Listener(`*`XEvent`*`Listener el)`**
  - ***`XEvent`***-et kell feldolgozni
    - **`MouseEvent, KeyEvent, AdjustmentEvent, FocusEvent`** stb.
  - gyakori az anonim, belső osztály használata
    - kényelmes, de nem menedzselhető

Eseménykezelés 1.1 (3)

- ***XEvent*`Adapter`**
  - ***XEvent*`Listener`** megvalósítása
    - üres metódusokkal
  - kényelmi osztály, hogy ne kelljen az üres metódusokat megírni
  - használatukkal áttekinthetőbb kód nyerhető

Eseménykezelés 1.1 példa

```
public class MyActionListener implements ActionListener {

	public void actionPerformed(ActionEvent ae) {
		System.out.println("Button pressed");
	}

}
```

```
...
Button b = new Button("Hello");
ActionListener al = new MyActionListener();
b.addActionListener(al);
...
```

Fókusz-kezelés

Fókusz

- Akinél a fókusz van, az kapja meg a billentyűzetről érkező adatokat
- JDK 1.4 előtt hibásan működő, ad-hoc, platformfüggő fókuszkezelés volt
- JDK 1.4 óta jól átgondolt, korrekt rendszer
- A soron következő komponens meghatározása a **`KeyboardFocusManager`** dolga
  - **`DefaultKeyboardFocusManager`**

Fókusz alapfogalmak

- Fókusz tulajdonosa *(focus owner)*
  - az a komponens, akinél éppen a fókusz van
- Permanens tulajdonos *(permanent focus owner)*
  - az a komponens, akinél esetleg csak időlegesen nincs a fókusz
- Fókusz ablaka *(focused window)*
  - az az ablak, amiben a fókusz tulajdonosa található
- Aktív ablak *(active window)*
  - vagy nála a fókusz, vagy az első *Frame* vagy *Dialog*, akinél a fókusz ablaka van

Fókusz alapfogalmak 2

- Fókusz-továbbadás *(focus traversal)*
  - a fókusz átvitele komponensről komponensre
  - tipikusan TAB-bal
  - lehet előre vagy hátra
  - elő lehet idézni programozottan is
- Fókusz-továbbadási ciklus *(focus traversal cycle)*
  - a konténer hierarchia egy darabja, amiben a fókusz-továbbadás minden komponenst érint, de más komponenseket nem

Fókusz alapfogalmak 3

- Fókusz ciklus gyökere *(focus cycle root)*
  - konténer, amely egy adott *fókusz-továbbadási ciklus* gyökere
    - alapértelemezésben a **`Window`**
  - normál fókusz-továbbadás esetén a fókusz nem kerülhet a fókusz ciklus gyökere fölé
    - ehhez speciális fel- és leléptető parancs kell
- Fókusz-továbbadást szabályozó *(focus traversal policy provider)*
  - konténer, amelynek saját fókusz-továbbadási szabálya van

Fókusz alapfogalmak 4



Billentyűzet-események

- Előfordul, hogy valaki más is kíváncsi a kapott eseményre, mielőtt a *focus owner* megkapja
- **`KeyEventDispatcher`** interfészt kell megvalósítani
  - eldöntheti, hogy az esemény továbbadódjon-e
  - **`boolean dispatchKeyEvent(KeyEvent e)`**
    - ha true, más már nem kapja meg
    - ha másnak akarja küldeni: **`KeyboardFocusManager.redispatchEvent( java.awt.Component, java.awt.AWTEvent)`**
- A **`KeyboardFocusManager`**-nél kell regisztrálni

Billentyűzet-események 2

- Előfordul, hogy valaki más is kíváncsi a kapott eseményre, miután feldolgozták
  - pl. menü *short-cut* esetén
- **`KeyEventPostProcessor`** interfészt kell megvalósítani
  - eldöntheti, hogy az esemény továbbadódjon-e
  - **`boolean postProcessKeyEvent(KeyEvent e)`**
    - ha true, más már nem kapja meg
  - akkor is kaphat, ha senkinél sincs fókusz
- A **`KeyboardFocusManager`**-nél kell regisztrálni

Fókuszváltás-események

- **`WindowEvent`**
  - WINDOW_ACTIVATED / WINDOW_DEACTIVATED
    - **`Frame`** vagy **`Dialog`** kapja, ha aktívvá válik vagy már nem aktív
  - WINDOW_GAINED_FOCUS / WINDOW_LOST_FOCUS
    - **`Window`** kapja, ha megkapja vagy elveszti a fókuszt
- **`FocusEvent`**
  - FOCUS_GAINED / FOCUS_LOST
    - **`Component`** kapja, ha megkapja vagy elveszti a fókuszt

Fókuszváltás-események 2

- Sorrendiség
  - ha nem a Java alkalmazásé a fókusz
  - **`Frame` F1**-ben **K1** komponensre kattintunk
    - **F1**: WINDOW_ACTIVATED
    - **F1**: WINDOW_GAINED_FOCUS
    - **K1**: FOCUS_GAINED

Fókuszváltás-események 3

- Sorrendiség
  - előzőek után
  - **Frame F2**-ben **K2** komponensre kattintunk
    - **K1**: FOCUS_LOST
    - **F1**: WINDOW_LOST_FOCUS
    - **F1**: WINDOW_DEACTIVATED
    - **F2**: WINDOW_ACTIVATED
    - **F2**: WINDOW_GAINED_FOCUS
    - **K2**: FOCUS_GAINED

Fókuszváltás-események 4

- Minden esemény csak az előző feldolgozása után
- Minden esemény az ellentétessel párban
  - pl. FOCUS_GAINED után nem jöhet újabb FOCUS_GAINED
- Csak informáló események
  - megváltoztatásukra nincs lehetőség
  - ha mégis nagyon szükséges, akkor **`VetoableChangeListener`**

Fókuszváltás-események 5

- Túloldali komponens és ablak
  - ha kíváncsiak vagyunk arra, hogy ki kapta az esemény-pár másik felét
  - **`FocusEvent.getOppositeComponent()`**
  - **`WindowEvent.getOppositeWindow()`**

Átmeneti fókuszváltás

- FOCUS_GAINED és FOCUS_LOST *temporary*-nek lehet jelölve
- Akkor lehet, amikor csak rövid időre veszítjük el a fókuszt
  - pl. menü megnyitása, scrollbar görgetése
- A túloldali nem biztos, hogy szintén temporary-t lát
- Hasznos, ha *commit*-olni kellene
  - pl. **`TextField`** esetén

Layout management

Hová kerülnek a komponensek?

- Hová kerülnek a widget-ek egy konténeren?
  - ahova rakjuk őket?
    - *this page is optimized for 800x600 resolution*
  - mi történik átméretezéskor?
- Java-ban konténerekhez *layout managerek* vannak rendelve
  - különválik a tartalmazás és az elrendezés felelőssége
- Vannak megoldások, ahol a komponens felelőssége, hogy merre köt

Layout managerek

- **`Container`**
  - **`void setLayout(LayoutManager mgr)`**
    - beállítja a layout managert
  - **`LayoutManager getLayout()`**
    - visszaadja a layout managert
  - **`void validate()`**
    - rekurzívan aktualizálja a konténer komponenseinek elhelyezését
  - **`Component add(Component comp [,int index])`**
  - **`void add(Component c, Object constraint, int index)`**
    - hozzáadja a komponenst a konténerhez

Layout managerek 2

- **`LayoutManager`**
  - **`void addLayoutComponent(String name, Component comp)`**
    - hozzáadja *comp*-ot
  - **`void removeLayoutComponent(Component comp)`**
    - leveszi *comp*-ot
  - **`void layoutContainer(Container parent)`**
    - berendezi *parent*-et
  - **`Dimension minimumLayoutSize(Container parent)`**
  - **`Dimension preferredLayoutSize(Container parent)`**

Layout managerek 2

- **`LayoutManager2`**
  - **`void addLayoutComponent(Component comp, Object constraints)`**
    - megkötéssel ad hozzá komponenst
  - **`float getLayoutAlignmentX(Container target)`**
  - **`float getLayoutAlignmentY(Container target)`**
    - X és Y irányú igazítás
  - **`void invalidateLayout(Container target)`**
    - ha a konténer tárolt infót a komponensei elhelyezéséről, az már nem érvényes
  - **`Dimension maximumLayoutSize(Container target)`**

BorderLayout



- Öt mező
  - north, south, west, east, center
- **`Frame`**-ek alapértelmezett kiosztása
- A nyilak szerint nyúlhatnak a komponensek
- Egy mezőbe legfeljebb egy komponens kerülhet

FlowLayout



- Egymás mellé helyezi a komponenseket
- Új sort nyit, ha nem férnek el
- Nem nyújt rajtuk
- Balról jobbra vagy jobbról balra a konténertől függ
  - **`ComponentOrientation.LEFT_TO_RIGHT, RIGHT_TO_LEFT`**
- Igazítással
  - **`LEFT, RIGHT, CENTER, LEADING, TRAILING`**

CardLayout

- Kártyapakliként kezeli a komponenseket
- Egy komponens egy lap
- Mindig csak a legfelső lap látszik
- A layout manager metódusaival mozoghatunk a pakliban
- Elnevezhetjük a komponenseket a gyorsabb elérés kedvéért

GridLayout



- Egy nxm-es mátrixban helyezi el az elemeket
- Mindegyik egyforma méretet kap
  - amelyiket kell, nyújtja
- Sorrendiség a konténertől
  - **`LEFT_TO_RIGHT – RIGHT_TO_LEFT`**
- Ha a sorok száma rögzített, az oszlopoké nem számít

GridBagLayout



- Egy nxm-es mátrixba teszi az elemeket
- De egy elem több egységet is elfoglalhat

GridBagConstraint

- Az elemek elhelyezkedését a **`GridBagLayout`** esetén **`GridBagConstraint`** paraméter szabja meg

- **`GridBagConstraints.gridx/y`**
  - a komponens bal felső (jobb felső) elemének pozíciója
  - ha az érték **`RELATIVE`**, akkor a megelőző elem után (default)
- **`GridBagConstraints.gridwidth/height`**
  - az elem mérete: ennyi sort/oszlopot foglal el (default: 1)
  - ha **`REMAINDER`**, akkor a sor/oszlop végéig ér

GridBagConstraint 2

- **`GridBagConstraints.weightx/y`**
  - a maradék extra helyek a súlyok arányában lesznek szétosztva (default 0)
  - ha mindenkinek nulla, akkor a szélre kerül az extra hely
- **`GridBagConstraints.ipadx/y`**
  - ennyi hozzá lesz adva a komponens minimális méretéhez (default 0)

GridBagConstraint 3

- **`GridBagConstraints.insets`**
  - a komponens körül levő minimális üres rész mérete (default 0)
- **`GridBagConstraints.fill`**
  - ha a kért terület nagyobb, mint az elem preferált mérete, akkor mi történjen
  - **`NONE`**: semmi (default)
  - **`HORIZONTAL`**: széltében nőhet, függőlegesen nem
  - **`VERTICAL`**: függőlegesen nőhet, széltében nem
  - **`BOTH`**: minden irányban nőhet

GridBagConstraint 4

- **`GridBagConstraints.anchor`**
  - hova kell helyezni a komponenst a területén
  - abszolút
    - center (default) north, south, west, east, northeast, nortwest, southeast, southwest
  - relatív (függ a jobb-bal iránytól)
    - page_start, page_end, line_start, line_end, first_line_start, first_line_end, last_line_start, last_line_end
  - alapvonal (baseline)
    - baseline, baseline_leading, baseline_trailing
    - above_baseline*, below_baseline*

BoxLayout (swing)



- Komponensek vízszintes vagy függőleges elrendezése
- Nem tör a sor végén
- Négyféle leosztás
  - **`X_AXIS`** – **`Y_AXIS`**: horizontális vagy vertikális
  - **`LINE_AXIS`** – **`PAGE_AXIS`**: figyelembe veszi a **`ComponentOrientation`**-t is

SpringLayout (swing)



- Rugalmas táblázat megjelenítésére
- Alapvetően a komponensek élei közötti kapcsolatot kell specifikálni
- GUI builder-ek számára
  - kézzel nem könnyű használni

SpringLayout (swing) 2

```
String[] labels = {"Name: ","Fax: ","Email: ","Address: "};
int numPairs = labels.length;
//Create and populate the panel.
JPanel p = new JPanel(new SpringLayout());
for (int i = 0; i < numPairs; i++) {
    JLabel l = new JLabel(labels[i], JLabel.TRAILING);
    p.add(l);
    JTextField textField = new JTextField(10);
    l.setLabelFor(textField);
    p.add(textField);
}
//Lay out the panel.
SpringUtilities. // itt van a kutya elásva
makeCompactGrid(p, numPairs, 2, // container, rows, cols
                6, 6, 6, 6); // initX, initY, xPad, yPad
```

GroupLayout (swing)



- Horizontális és vertikális dimenziók független kezelése
  - minden komponens kétszer
- Hiearchikus: csoportok egymásba ágyazva
  - Szekvenciális és parallel: egymás mellé vagy fölé
  - Builder minta alkalmazásával
- Komponens cseréje:
  - **`void replace(Component oldc, Component newc)`**

GroupLayout (swing) 2



GroupLayout (swing) 3

```
layout.setHorizontalGroup(layout.createSequentialGroup()
  .addComponent(label)
  .addGroup(layout.createParallelGroup(LEADING)
     .addComponent(textField)
     .addGroup(layout.createSequentialGroup()
        .addGroup(layout.createParallelGroup(LEADING)
           .addComponent(caseCheckBox)
           .addComponent(wholeCheckBox))
        .addGroup(layout.createParallelGroup(LEADING)
           .addComponent(wrapCheckBox)
           .addComponent(backCheckBox))))
  .addGroup(layout.createParallelGroup(LEADING)
    .addComponent(findButton)
    .addComponent(cancelButton))
);
```

GroupLayout (swing) 4

```
layout.setVerticalGroup(layout.createSequentialGroup()
  .addGroup(layout.createParallelGroup(BASELINE)
    .addComponent(label)
    .addComponent(textField)
    .addComponent(findButton))
  .addGroup(layout.createParallelGroup(LEADING)
    .addGroup(layout.createSequentialGroup()
      .addGroup(layout.createParallelGroup(BASELINE)
        .addComponent(caseCheckBox)
        .addComponent(wrapCheckBox))
      .addGroup(layout.createParallelGroup(BASELINE)
        .addComponent(wholeCheckBox)
        .addComponent(backCheckBox)))
    .addComponent(cancelButton)))
);
```

GroupLayout gyakorlat

- *GroupLayout* felhasználásával helyezzünk el 5 db komponenst (north, south, west, east, center) egy konténeren a *BorderLayout*-nak megfelelő kiosztásban!

Megoldás

```
GroupLayout layout = new GroupLayout(getContentPane());
        getContentPane().setLayout(layout);
layout.setAutoCreateGaps(true);
layout.setAutoCreateContainerGaps(true);

layout.setHorizontalGroup
  (layout.createParallelGroup(CENTER)
            .addComponent(north)
            .addGroup(layout.createSequentialGroup()
                      .addComponent(west)
                      .addComponent(center)
                      .addComponent(east)
                     )
            .addComponent(south));
```

Megoldás folyt.

```
layout.setVerticalGroup(layout.createSequentialGroup()
            .addComponent(north)
            .addGroup(layout.createParallelGroup(CENTER)
                      .addComponent(west)
                      .addComponent(center)
                      .addComponent(east)
                     )
            .addComponent(south));

layout.linkSize(SwingConstants.VERTICAL, north, south);
layout.linkSize(SwingConstants.HORIZONTAL, west, east);
```

Swing alapok

Swing

- Widget készlet
  - 1996 Internet Foundation Classes (Netscape)
  - 1997 Java Foundation Classes (Netscape+Sun)
  - JSE 1.2-től standard könyvtár
- **`javax.swing`** package
- AWT-től eltérő filozófia
  - Java nyelven írva, MVC, Look and feel váltás stb.
- Átgondolt tervezés

Swing jellemzők

- Platformfüggetlen
  - widget-ek Java-ban írva
  - mindenhol ugyanúgy néz ki
- Bővíthető
  - tagolt architektúra
  - programozók saját megoldással bővíthetik a keretrendszert
    - meglevő felüldefiniálásával
    - új megalkotásával

Swing jellemzők 2

- Komponens-orientált
  - aszinkron eseménykűldés
  - kötött property-k
  - jól definiált parancsok
  - minden komponens egyben *Java Bean* is
- Testreszabható
  - szabványos elemkészletből épülő komponensek
    - pl. keret, dekoráció, háttér
  - programból szabhatók az egyes elemek
    - property-ként érhetők el és módosíthatók

Swing jellemzők 3

- Konfigurálható
  - indirekt kompozíció és futás közbeni mechanizmusok segítik a futás közbeni konfigurálást
  - meglevő kód újrafordítás nélkül is alakítható
  - pl. look and feel bármikor lecserélhető
- Lightweight UI
  - a konfigurálhatóság oka, hogy nem natív megoldásokat használ
  - Java-ból rajzolja ki az egyes elemeket a Java 2D API segítségével

Swing jellemzők 4

- Lazán csatolt
  - MVC minta komoly alkalmazása az egész rendszerben
  - szétcsatolja a tényleges megjelenítést a megjelenítendő modelltől
  - a legtöbb elemhez saját modell interfész tartozik
  - ezekhez egyszerű implementációkat ad

Kapcsolat az AWT-vel

- Cél volt a kapcsolat minimalizálása
  - eseménykezelés azonos
  - **`JContainer`**, **`JApplet`**, **`JDialog`**, **`JFrame`**, **`JWindow`** a megfelő AWT elemek leszármazottai
  - **`JComponent`** a **`Container`** leszármazottja
- A kirajzolás a Java 2D API-n alapul
- Kerülni kell a keveredést
  - elfedhetik egymást a komponensek

MVC minta


Model Interface
Model Impl
állapot-módosítás
állapot-lekérés
Controller Interface
Controller Impl
változás-bejelentés
változás-bejelentés
állapot-lekérés
View Impl
View Interface

Áttérés AWT-ről

- Egyszerű komponensek esetén triviális
  - **`JLabel`**
  - **`JButton`**
  - **`JScrollBar`**
  - **`JTextField, JTextArea`**
  - **`JPanel, JFrame, JWindow`**
- Plusz szolgáltatásokat nyújtanak

Áttérés példa

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;
public class Test2 implements  ActionListener{
  Button b;
  TextArea ta;
  TextField tf;
  public void actionPerformed(ActionEvent ae) {
    if (ae.getActionCommand().equals("Test")) {
      ta.append(tf.getText()+"\n");
      tf.setText("");
    }
  }
  static public void main(String args[]) {
    (new Test2()).run();
  }
  ...
```

Áttérés példa

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;
public class Test2 implements  ActionListener{
  JButton b;
  JTextArea ta;
  JTextField tf;
  public void actionPerformed(ActionEvent ae) {
    if (ae.getActionCommand().equals("Test")) {
      ta.append(tf.getText()+"\n");
      tf.setText("");
    }
  }
  static public void main(String args[]) {
    (new Test2()).run();
  }
  ...
```

Áttérés példa

```
...
public void run() {
  Frame f = new Frame("AWT Example");

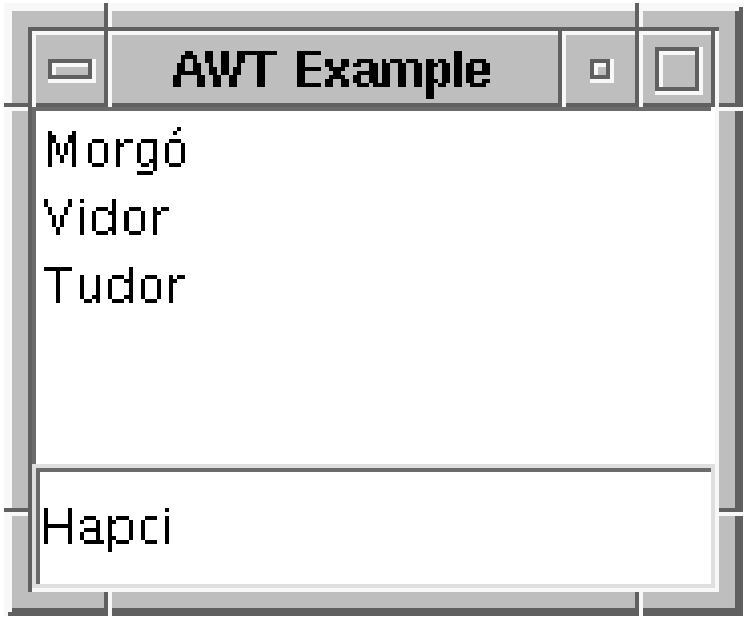
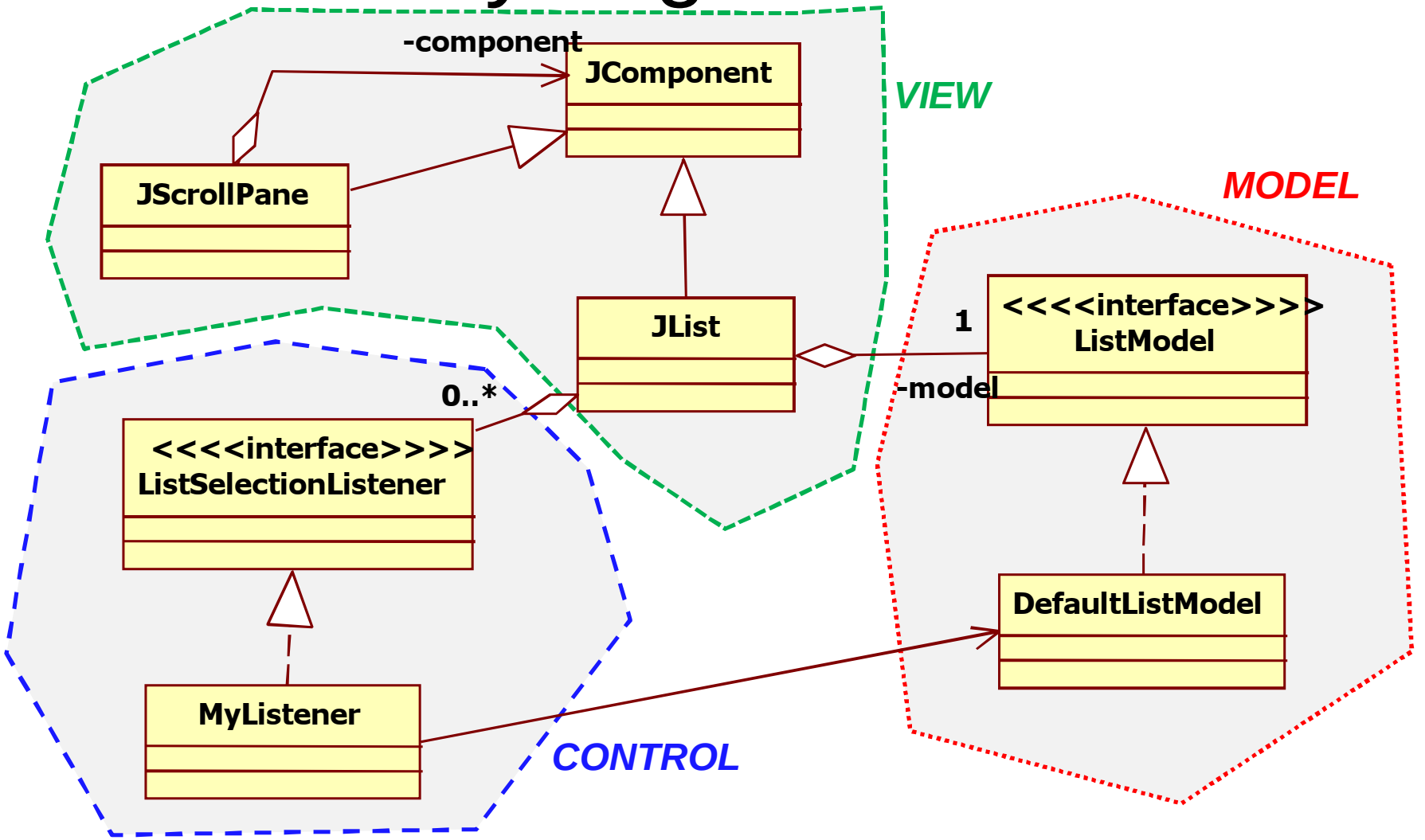
  b = new Button("Test");
  tf = new TextField();
  ta = new TextArea("",10,30);

  b.addActionListener(this);

  f.add(b, BorderLayout.NORTH);
  f.add(new Scrollbar(), BorderLayout.EAST);
  f.add(ta, BorderLayout.CENTER);
  f.add(tf, BorderLayout.SOUTH);
  ...
```

Áttérés példa

```
...
public void run() {
  JFrame f = new JFrame("AWT Example");

  b = new JButton("Test");
  tf = new JTextField();
  ta = new JTextArea("",10,30);

  b.addActionListener(this);

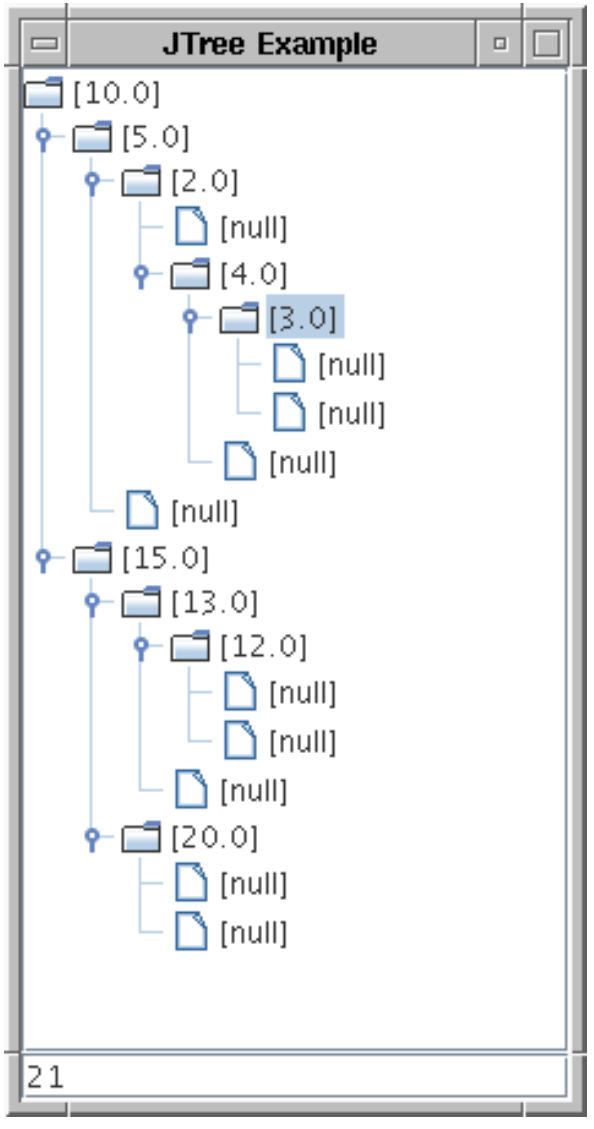
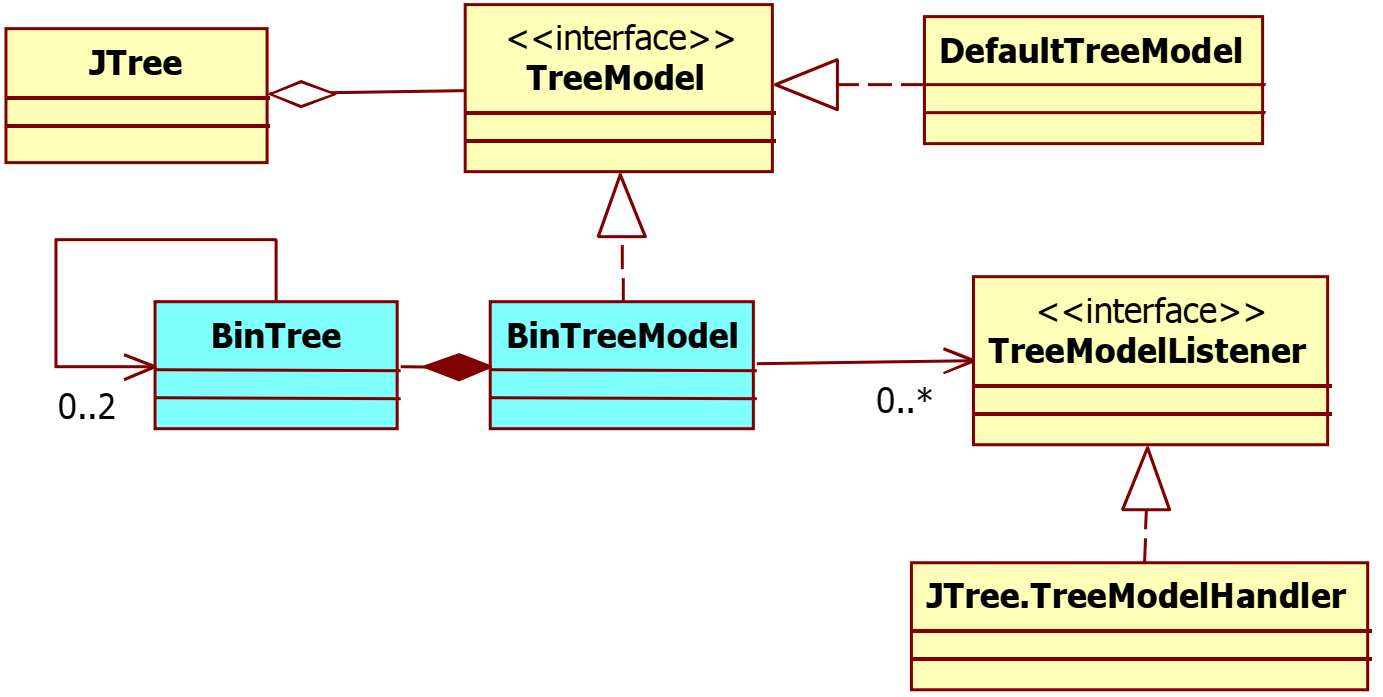
  f.add(b, BorderLayout.NORTH);
  f.add(new JScrollBar(), BorderLayout.EAST);
  f.add(ta, BorderLayout.CENTER);
  f.add(tf, BorderLayout.SOUTH);
  ...
```

Áttérés példa

```
    ...
    Menu m = new Menu("Menu");
    m.add(new MenuItem("Test"));
    MenuBar mb = new MenuBar();
    mb.add(m);
    f.setMenuBar(mb);
    f.pack();
    f.show();
  }
}
```

Áttérés példa

```
    ...
    JMenu m = new JMenu("Menu");
    m.add(new JMenuItem("Test"));
    JMenuBar mb = new JMenuBar();
    mb.add(m);
    f.setJMenuBar(mb);
    f.pack();
    f.show();
  }
}
```

Áttérés AWT-ről 2

- Összetettebb komponensek esetén nem elég a névváltás
  - **`JList`**
  - **`JComboBox`**
  - **`JChoice`**
- Általában szükséges a modell implementálása az MVC minta korrekt működéséhez

Áttérés példa: *List* → *JList*

- **Feladat**: készítsünk alkalmazást, amiben szövegmezőbe írt sorok megjelennek egy listában



AWT megoldás

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;
public class AWTList implements  ActionListener{
    TextField tf;
    List list;
    public void actionPerformed(ActionEvent ae) {
        list.add(tf.getText());
        tf.setText("");
    }
    static public void main(String args[]) {
        (new AWTList()).run();
    }
    ...
```

AWT megoldás

```
    ...
    public void run() {
        Frame f = new Frame("AWT Example");
        tf = new TextField("", 20);
        list  = new List(5);
        tf.addActionListener(this);
        f.add(tf, BorderLayout.SOUTH);
        f.add(list, BorderLayout.CENTER);
        f.pack();
        f.show();
    }
}
```

Swing megoldás

- Szokásos cserékkel majdnem megy
  - **`Frame`** → **`JFrame`**
  - **`TextField`** → **`JTextField`**
  - eseménymodell nem változik
- Kivétel: **`JList`**
  - nincs **`add(...)`** metódusa
  - a mérete nem állítható

Swing megoldás: `JList`

- MVC minta szerint működik
  - A modell lehet:
    - **`ListModel`**
    - **`Vector`**
    - **`Object[]`**
- Nem görgethető, a mérete nem állítható
  - JScrollPane-be kell tenni
  - **`JScrollPane scrollPane = new JScrollPane(list);`**
  - *(Decorator minta)*

ListModel

- **interface javax.swing.ListModel**
  - **Object getElementAt(int index)**
    - visszaadja az indexedik elemet
  - **int getSize()**
    - megadja a tárolt elemek számát
  - **void removeListDataListener (ListDataListener l)**
  - **void addListDataListener (ListDataListener l)**
    - listenert regisztrál/töröl a modellben

`ListDataListener`

- Amikor a modell változik, értesíti a *listener*-eket
- A **`JList`**-ben van egy ilyen:
  - **`BasicListUI.ListDataHandler`**
- Metódusai
  - **`void intervalAdded(ListDataEvent e)`**
  - **`void intervalRemoved(ListDataEvent e)`**
    - az *e*-ben meghatározott intervallum megváltozott
  - **`void contentsChanged(ListDataEvent e)`**
    - bonyolultabb változás történt

DefaultListModel

- Megvalósítja a **`ListModel`** interfészt
- **`java.util.Vector`**-ból ismerős műveletek egy részét is támogatja
  - **`void add(int index, Object o)`**
  - **`int size()`**
  - **`Object get(int index)`**
  - **`Object remove(int index)`**
  - …

JList osztálydiagram



Swing megvalósítás

```
public class SwingList implements  ActionListener{
    TextField  tf;
    List  list;

    public void actionPerformed(ActionEvent ae) {
        list. add       (tf.getText());
        tf.setText("");
    }
    static public void main(String args[]) {
        (new SwingList()).run();
    }
    ...
```

Swing megvalósítás

```
public class SwingList implements  ActionListener{
    JTextField tf;
    JList list;
    DefaultListModel model;
    public void actionPerformed(ActionEvent ae) {
        model.addElement(tf.getText());
        tf.setText("");
    }
    static public void main(String args[]) {
        (new SwingList()).run();
    }
    ...
```

Swing megvalósítás

```
    ...
    public void run() {
        Frame  f = new  Frame("AWT Example");
        tf = new  TextField("", 20);

        list  = new List(5);

        tf.addActionListener(this);
        f.add(tf, BorderLayout.SOUTH);
        f.add(list, BorderLayout.CENTER);
        f.pack();
        f.show();
    }
}
```

Swing megvalósítás

```
    ...
    public void run() {
        JFrame f = new JFrame("AWT Example");
        tf = new JTextField("", 20);
        model = new DefaultListModel();
        list  = new JList(model);
        JScrollPane pane = new JScrollPane(list);
        tf.addActionListener(this);
        f.add(tf, BorderLayout.SOUTH);
        f.add(pane, BorderLayout.CENTER);
        f.pack();
        f.show();
    }
}
```

Feladat-elemzés

- **Model**: **`DefaultListModel`**
  - elemek kollekcióját kezeli
  - ha változik, értesíti a *View*-t
- **View**: **`JList`***`(+BasicListUI.ListDataHandler)`*
  - csak megjelenít
- **Controller**: **`SwingList`** *`(implements ActionListener)`*
  - események és a *View* állapota alapján módosítja a *Model*-t

JTable

- Táblázat-nézet
- **JScrollPane** kell a görgetéshez
- Modellje a **TableModel**
- Oszlopok tetszőlegesen mozgathatók
- Sorok tetszőleges oszlop alapján rendezhetők
  - **TableRowSorter**
  - a modell tartalmát nem befolyásolja
  - összehasonlítás a *sorter* dolga
    - **setComparator(int column, Comparator<?> comparator)**

JTable példa

- **Feladat**: hallgatók rekordjait jelenítsük meg táblázatosan

  1) saját modell kell, mert egy sor egy objektum
  2) rendezni lehessen oszlopok szerint

  a) a rekord csak tárol
  b) a modell tudja, hogy hány mező, milyen névvel, stb.

JTable példa: *Student rekord*

```
class Student {
    String name;
    String neptun;
    double average;
    public Student(String s1, String s2, double s3) {
        name = s1;
        neptun = s2;
        average = s3;
    }
    public String toString() {
        return name+" ("+neptun+"): "+average;
    }
}
```

JTable példa: *StudentModel*

```
class StudentModel extends AbstractTableModel {
    Vector<Student> vector;
    public StudentModel() {super();
        vector = new Vector<Student>();
    }
    public void add(Student s) {vector.add(s);}
    public boolean isCellEditable(int r, int c) {
        return (c!=1);
    } // különben nem editálhatóak a mezők
    public String getColumnName(int col) { ... }
    public void setValueAt(Object aValue,
        int rowIndex, int columnIndex) { ...
    } // ne felejtsük el a fireTableXXX() metódust!
    public Object getValueAt(int r, int c) { ... }
    public int getColumnCount() {return 3;}
    public int getRowCount() {return vector.size();}
}
```

JTable példa: *TableModelListener*

```
...
public void tableChanged(TableModelEvent e) {
    System.out.println(e);
    System.out.println(e.getColumn()
         +" "+e.getFirstRow()+" "+e.getType());
    if (e.getType() == e.UPDATE) {
        System.out.println
            (((TableModel)e.getSource()).
                  getValueAt(e.getFirstRow(),
                             e.getColumn()));
    }
}
...
```

JTable példa: *TableExample*

```
...
JFrame f = new JFrame("Swing Example");

StudentModel model = new StudentModel();
model.addTableModelListener(this);
model.add(new Student("Gáz Géza", "ABCDEF", 3.5));
... // további adatok hozzáadása

JTable table = new JTable(model);
table.setRowSorter(new TableRowSorter(model));
JScrollPane pane = new JScrollPane(table);
f.add(pane, BorderLayout.CENTER);
...
```

JTable példa elemzés

- **Model**: **`StudentModel`**
  - kezeli a táblázat elemeit
  - megadja a táblázat adatait (sorok száma, oszlopok neve); eldönti, hogy mi szerkeszthető
  - metaadatok: *View vs Model*
- **View**: **`JTable`**
  - megjelenít
  - egyben *Controller* is: szerkesztéshez nem kell más
- **Controller**: -

JTree

- Hierarchikus adatszerkezet megjelenítésére
- Modellje a **`TreeModel`**

- Inicializálható egy **`TreeNode`**-fával is
  - a gyökérelem megadásával

JTree példa

- **Feladat**: készítsünk bináris fát megjelenítő alkalmazást!
  - a fában valósokat tárolunk
  - új elemet hozzáadhatunk



JTree példa

- **`BinTree`**
  - bináris fa implementáció
  - a null elemet null objektum képviseli
    - egyszerűbb az implementáció
    - *Null Object minta*
    - pl. ilyen a láncolt lista strázsája is
  - beszúrásnál vissza kell tudni adni az új elem elérési útját

JTree példa

- **`BinTreeModel`**
  - a **`JTree`** ezt használja modelljének
  - **`BinTree`** a háttérben
    - **`BinTree root = new BinTree()`**
  - **`TreeModelListener`**-ek kezelése
    - **`Vector<TreeModelListener> listeners`**
    - **`public void addTreeModelListener(TreeModelListener l)`**
    - **`public void removeTreeModelListener(TreeModelListener l)`**

JTree példa

- **`BinTreeModel`** (folyt)
  - a modell leírása
    - `public Object getChild(Object parent, int index)`
    - `public int getChildCount(Object parent)`
    - `public int getIndexOfChild(Object parent, Object child)`
    - `public Object getRoot()`
    - `public boolean isLeaf(Object node)`
    - *`public void valueForPathChanged(TreePath path, Object newValue)`*
    - `public void insert(double d)`

JTree osztálydiagram



JTree példa: alkalmazás

```
JTextField tf;
BinTreeModel btm;
```

```
public void actionPerformed(ActionEvent ae) {
  double d = Double.parseDouble(tf.getText());
  btm.insert(d);
  tf.setText("");
}
```

```
tf = new JTextField("", 20);
btm = new BinTreeModel();
JTree tree = new JTree(btm);
JScrollPane scrollPane = new JScrollPane(tree);
tf.addActionListener(this);
```

JTree példa bővítés

- **Feladat**
  - módosítsuk úgy az alkalmazást, hogy a faelemek *tooltip*-je az adott részfa mélységét írja ki!
- **Megoldás**
  - a fa-elemeknek mélységet kell számolnia
  - implementálni kell egy **`TreeCellRenderer`**-t
    - ez felelős a fa-elemek megjelenéséért
    - **`getTreeCellRendererComponent`** metódust kell megvalósítani
  - a *renderer*-t regisztrálni kell a fánál
  - a fát regisztrálni kell a **`TooltipManager`**-nél

JTree példa 2: mélységszámolás

```
class BinTree {
...
public int getDepth() {
        if (isNull()) { return 1; }

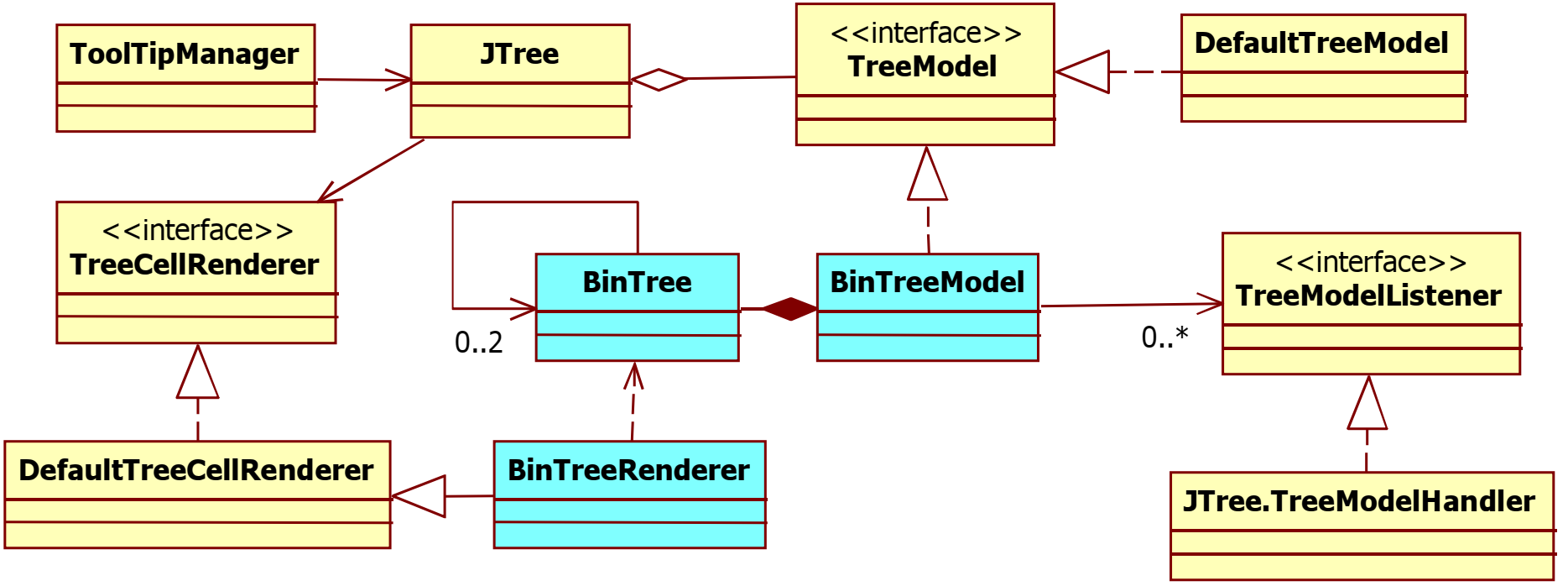
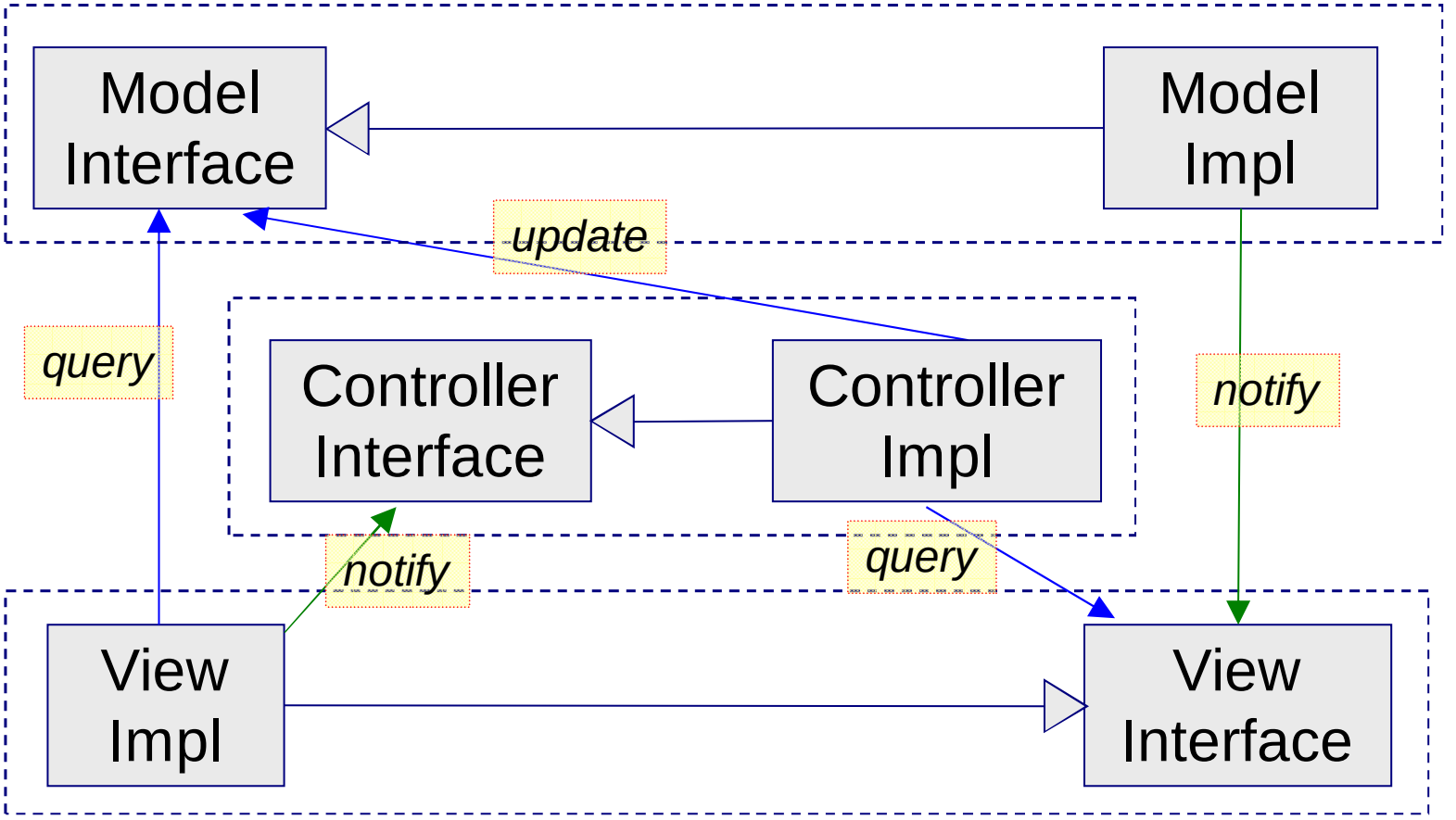
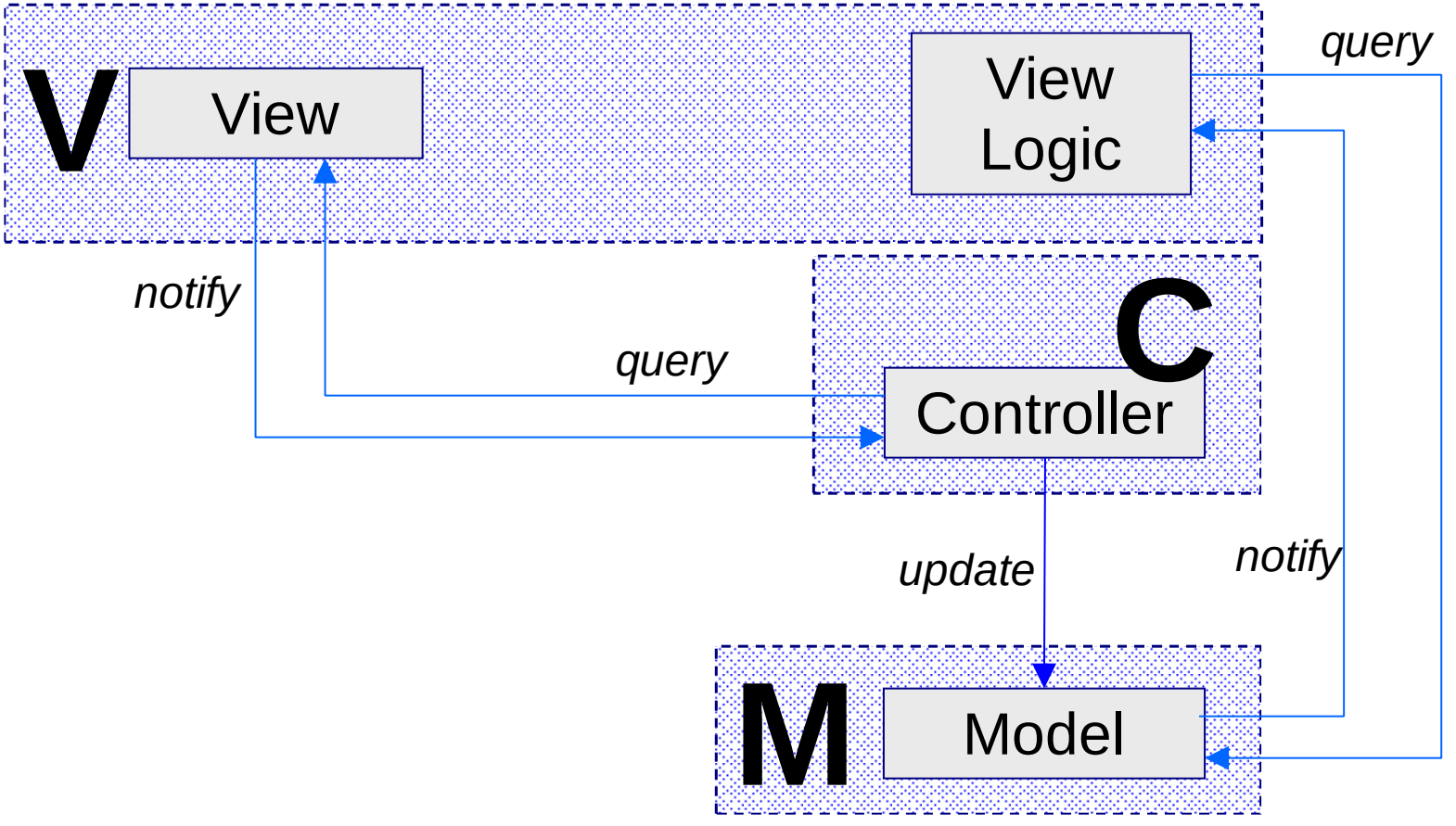
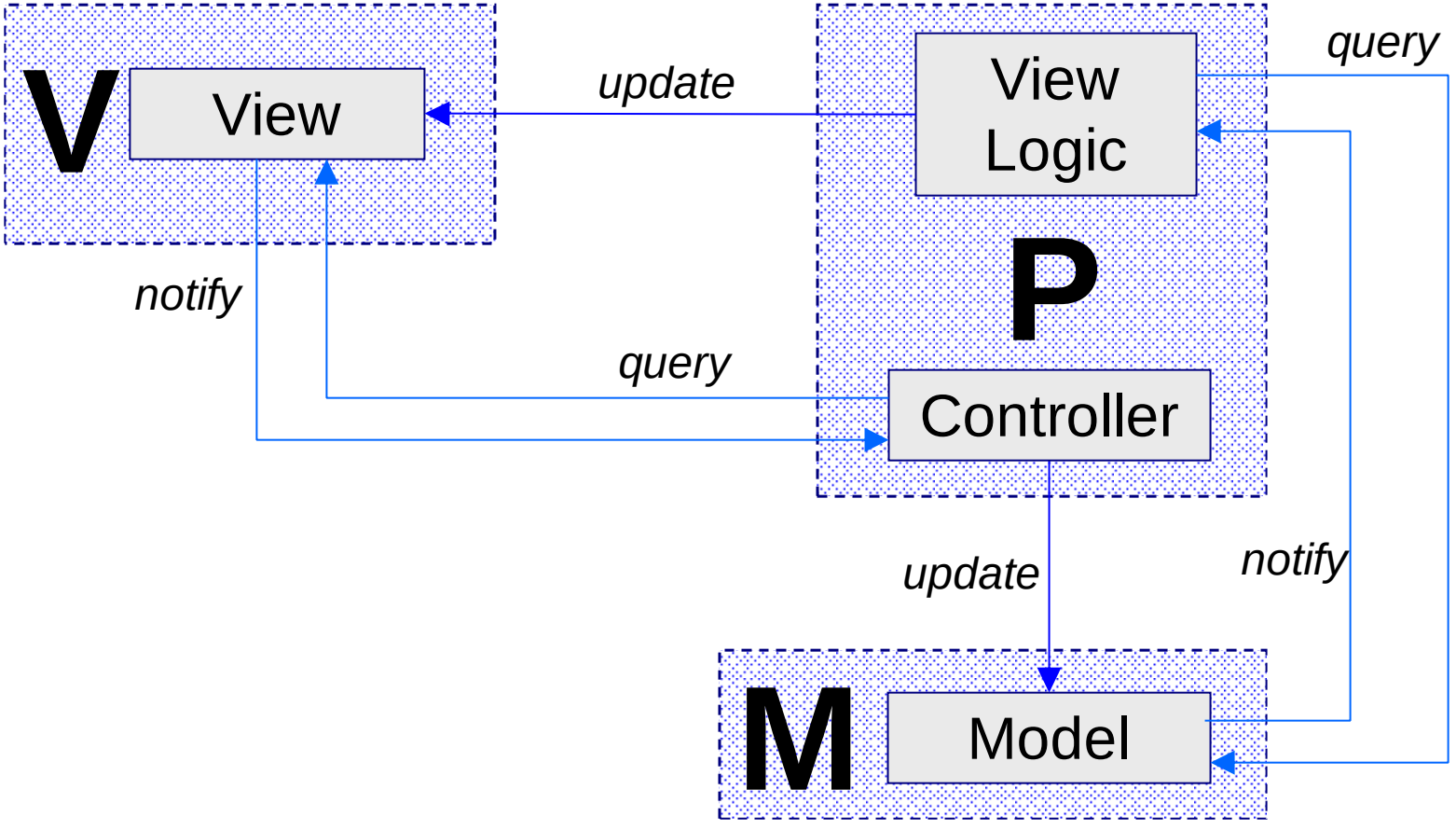
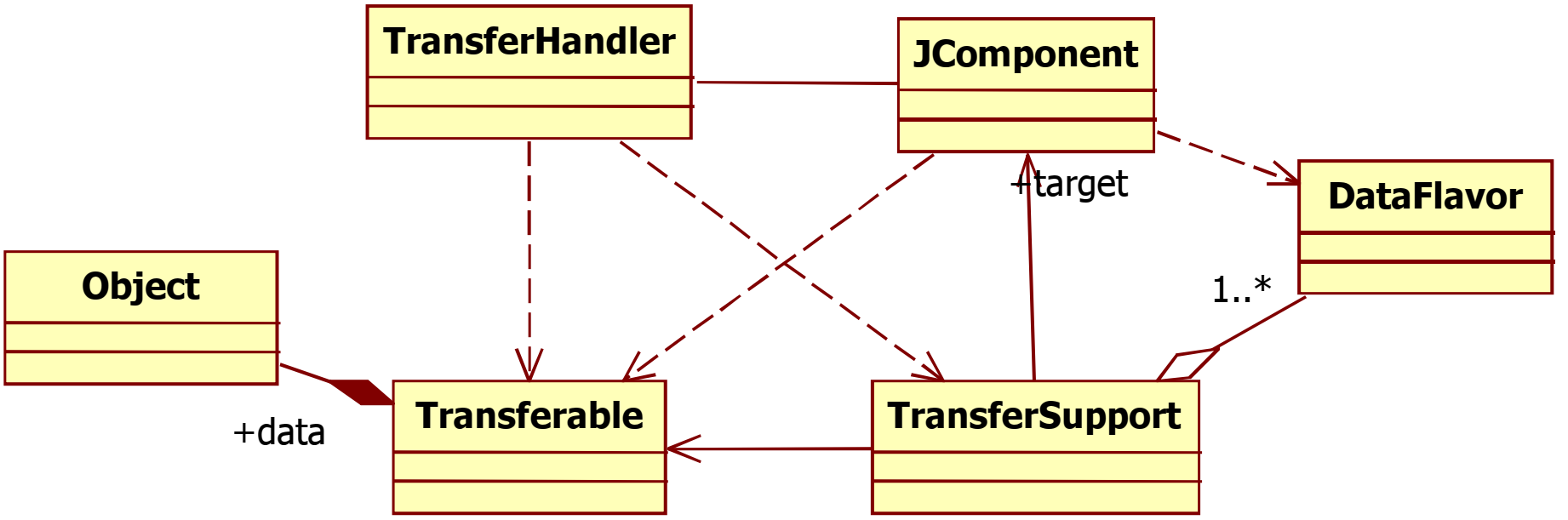
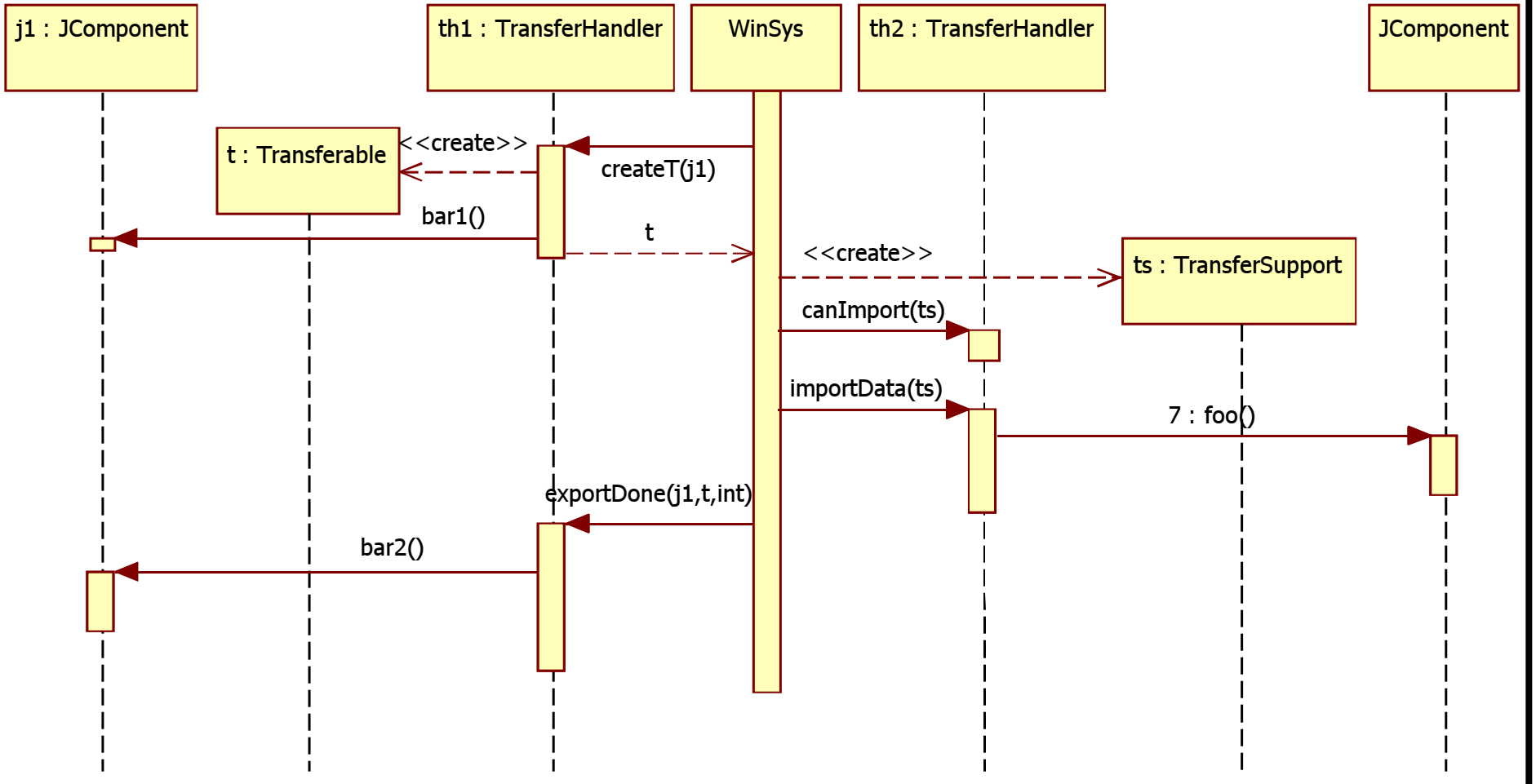
        int l = left.getDepth();
        int r = right.getDepth();
        int m = (l>r) ? l : r;
        return m+1;
    }
}
```

JTree példa 2: renderer

```
class BinTreeRenderer extends DefaultTreeCellRenderer {
  public Component getTreeCellRendererComponent(
       JTree tree, Object value, boolean sel,
       boolean expanded, boolean leaf, int row,
       boolean hasFocus) {

    super.getTreeCellRendererComponent(
      tree, value, sel, expanded, leaf, row, hasFocus);

    BinTree bt = (BinTree)value;
    setToolTipText("("+bt.getDepth()+")");

    return this;
  }
}
```

JTree példa 2: regisztrálás

```
JTree tree = new JTree(btm);

ToolTipManager.sharedInstance()
  .registerComponent(tree);

tree.setCellRenderer(new BinTreeRenderer());
```

JTree osztálydiagram



MVC vs MVP

Rétegezési kérdések

- Vékony kliens vs. vastag kliens
  - hol van a logika?
  - MVC: mennyi logika van a View-ban?
- Több rétegű architektúra
  - böngésző, alkalmazásszerver, adatbázis
  - Megjelenítés, szolgáltatás, üzleti logika, infrastruktúra
- Okos böngésző
  - Ajax, GWT, stb: böngésző megjelenít és futtat is
  - vékony vagy vastag?

Klasszikus MVC



MVC vs. Model-View-Presenter



MVC vs. **Model-View-Presenter**



Drag and Drop

Drag and drop

Drag and Drop

- **`JComponent.setDragEnabled(boolean b)`**

alapból tudják

- **`JEditorPane`**
- **`JFormattedTextField`**
- **`JPasswordField`**
- **`JTextArea`**
- **`JTextField`**
- **`JTextPane`**
- **`JColorChooser`**

kis segítséggel tudják

- **`JList`**
- **`JTable`**
- **`JTree`**

Drag and drop beállítása

- **`setDragEnabled(boolean b)`**
  - bekacsolja a Drag-N-Dropot
- **`setDropMode(DropMode dm)`**
  - **`INSERT`:** két elem közé szúrja
  - **`INSERT_COLS / INSERT_ROWS`**: ugyanez csak táblában
  - **`ON`**: elemre rakja
  - **`USE_SELECTION`**: elem saját kiválasztó módján
  - **`ON_OR_INSERT, ON_OR_INSERT_COLS, ON_OR_INSERT_ROWS`**: kombinációban

Kis segítség: `TransferHandler`

- **`setTransferHandler(TransferHandler th)`**
  - a **`TransferHandler`**-ben implementálhatjuk az átadás részleteit
  - **`int getSourceActions(JComponent)`**
    - COPY, MOVE és LINK
  - **`Transferable createTransferable(JComponent)`**
    - elkészíti az átviendő adatot
  - **`void exportDone(JComponent c, Transferable t, int action)`**
    - meghívódik, amikor az exportnak vége

Kis segítség: `TransferHandler`

- **`boolean canImport(TransferHandler.TransferSupport ts)`**
  - megadja, hogy a fogadó fél képes-e az adat fogadására
- **`boolean importData(TransferHandler.TransferSupport ts)`**
  - meghívódik, amikor az importnak le kell zajlania
  - visszatérési érték jelzi, hogy sikeres volt-e

Transferable, DataFlavor

- **`Transferable`**
  - **`Object getTransferData(DataFlavor flavor)`**
    - visszaadja az adott adattípusnak megfelelő adatot
  - **`DataFlavor[] getTransferDataFlavors()`**
    - visszaadja a támogatott adattípusokat
  - **`boolean isDataFlavorSupported(DataFlavor flavor)`**
    - megadja, hogy az adott adattípust támogatja-e
- **`DataFlavor`**
  - ***`imageFlavor, javaFileListFlavor, stringFlavor`***
  - **`DataFlavor(Class<?> representationClass, String humanPresentableName)`**

TransferSupport

- **`Component getComponent()`**
  - visszaadja a cél komponenst
- **`int getDropAction()`**
  - COPY, MOVE vagy LINK
- **`int getSourceDropActions()`**
  - megadja, hogy a forrás milyen akciókat támogat
- **`DataFlavor[] getDataFlavors()`**
  - mint a **`Transferable`**-nél

TransferSupport 2

- **`boolean isDataFlavorSupported(DataFlavor)`**
  - mint a **`Transferable`**-nél
- **`Transferable getTransferable()`**
  - visszaadja az adatot
- **`DropLocation getDropLocation()`**
  - megadja, hogy hova kell tenni
- **`...`**

Drag'n'Drop osztálydiagram



Drag'n'Drop szekvencia



Drag and drop példa

- **Feladat**: legyen két listánk és a kettő között tudjunk sorokat pakolni
- Kell:
  - saját **`TransferHandler`**
  - *INSERT* beszúrással

Drag and drop példa

```
class HanoiHandler extends TransferHandler {

  public int getSourceActions(JComponent c) {return MOVE;}

  public Transferable createTransferable(JComponent c) {
    JList l = (JList)c;
    DefaultListModel m = (DefaultListModel)l.getModel();
    int i = l.getMinSelectionIndex();
    if (i < 0) return null;
    return new StringSelection(""+m.get(i));
       // előállít egy String-et tartalmazó Transferable-t
  }
  ...
```

Drag and drop példa

```
...
public void exportDone(JComponent c, Transferable t,
                       int action) {
  if (action == MOVE) {
    JList l = (JList)c;
    DefaultListModel m = (DefaultListModel)l.getModel();
    int i = l.getMinSelectionIndex();
    if (i < 0) return;
      m.remove(i);
  }
}
public boolean canImport(TransferHandler.
                         TransferSupport support) {
     return true;
}
...
```

Drag and drop példa

```
  ...
  public boolean importData(TransferHandler.
                            TransferSupport support) {
    try {
      JList l = (JList)support.getComponent();
      String s = (String)support.getTransferable()
        .getTransferData(DataFlavor.stringFlavor);
      JList.DropLocation drop =
        (JList.DropLocation)support.getDropLocation();
      DefaultListModel m = (DefaultListModel)l.getModel();
      m.add(drop.getIndex(), s);
      return true;
    } catch (Exception e) {e.printStackTrace();}
    return false;
  }
}
```

Drag and drop példa

```
JList list1, list2;
DefaultListModel model1, model2;
JFrame f = new JFrame("DND Example");
model1 = new DefaultListModel();
model2 = new DefaultListModel();
list1  = new JList(model1);
list2  = new JList(model2);
JScrollPane pane1 = new JScrollPane(list1);
JScrollPane pane2 = new JScrollPane(list2);
list1.setDragEnabled(true);
list1.setDropMode(DropMode.INSERT);
HanoiHandler hh = new HanoiHandler();
list1.setTransferHandler(hh);
...
f.add(pane1, BorderLayout.WEST);
f.add(pane2, BorderLayout.EAST);
```

Szálkezelés és GUI

Szálkezelés Swing alatt

- Swing nem szál-biztos (thread-safe)
- Alapból az eseménykezelő szálat kell használni
- Legtöbbször nincs probléma
  - pl. **`JButton`** megnyomása a listener-eket hívja meg egyenként
- Gond lehet a GUI felépítésekor
  - **`main`** metódusból ne építsünk
  - helyette
    - **`SwingUtilities.invokeLater(Runnable r)`**
    - **`SwingUtilities.invokeAndWait(Runnable r)`**

Szálkezelés Swing alatt 2

```
public class MyApp implements Runnable {
    public void run() {
        // Az eseménykezelő szálból hívva.
        // GUI építése, megjelenítése.
    }

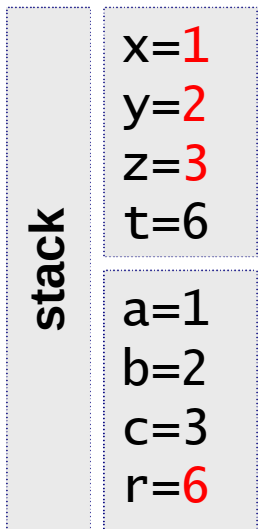
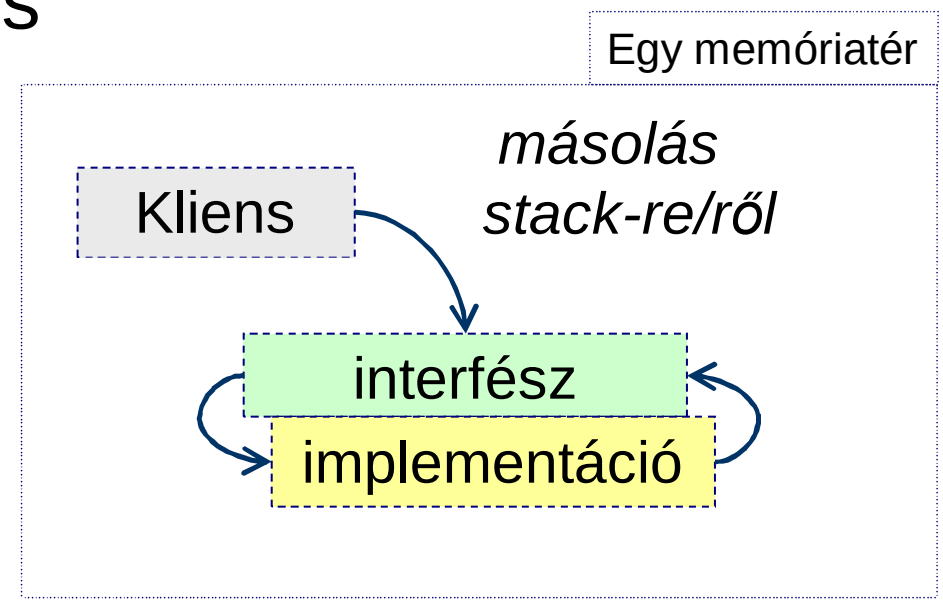
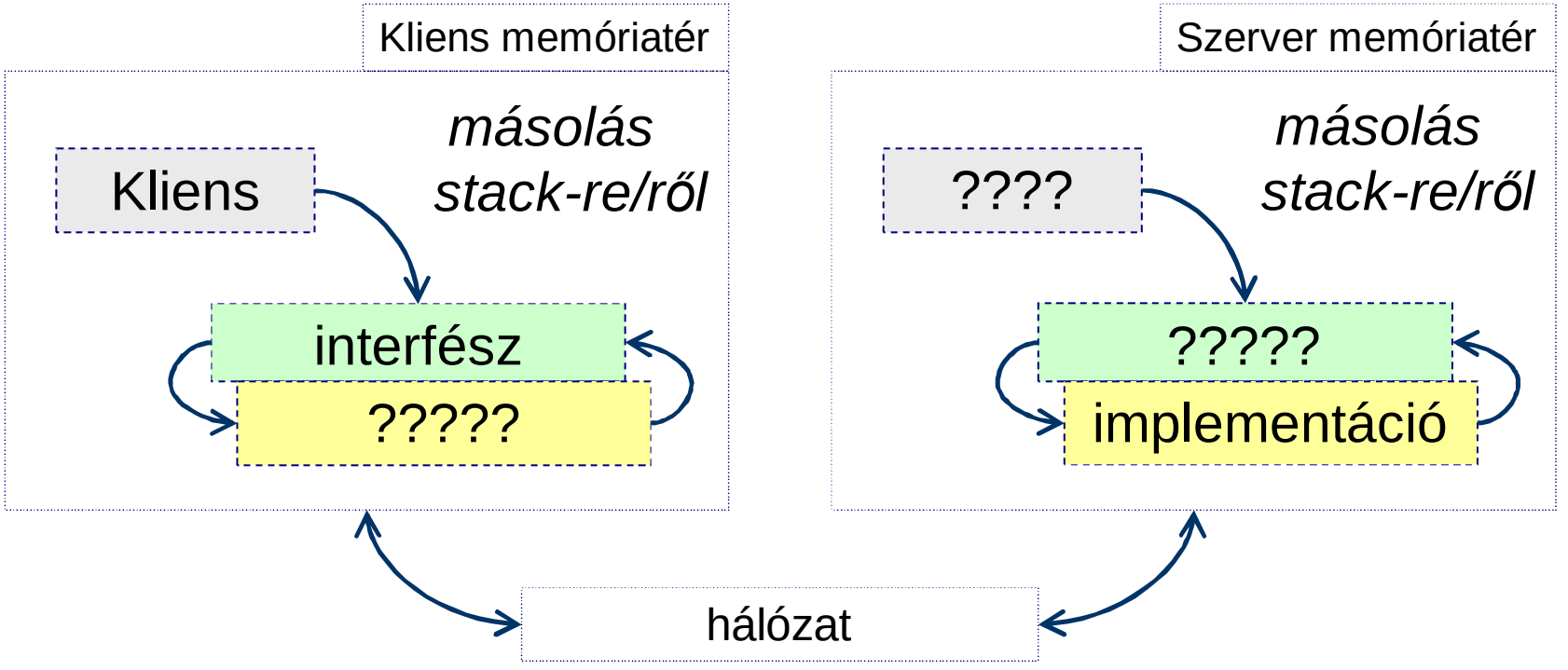
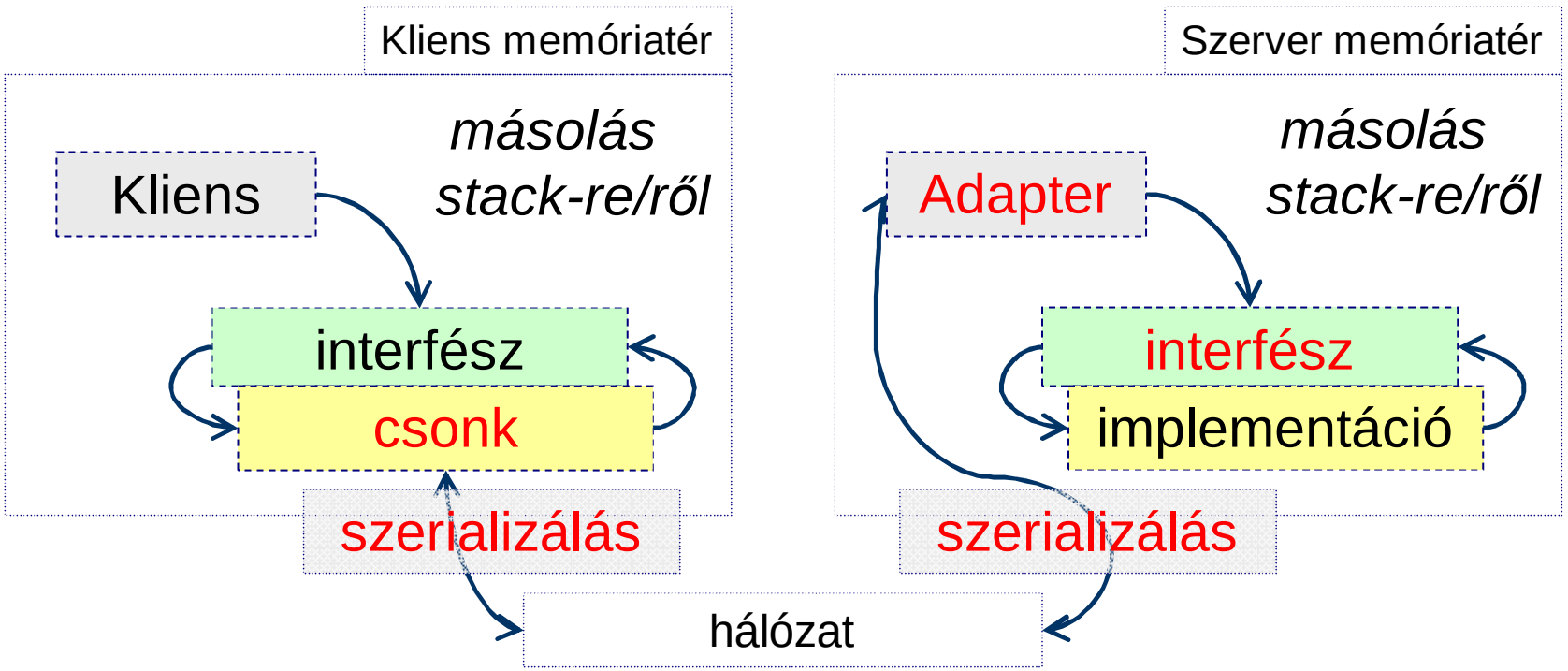
    public static void main(String[] args) {
        SwingUtilities.invokeLater(new MyApp(args));
    }
}
```

Szálkezelés Swing alatt 3

```
public class MyApp {
    MyApp(String[] args) {
        // Inicializálás. Eseménykezelő szálból hívva.
    }
    public void show() {...} // GUI megjelenítés
    public static void main(final String[] args) {
        SwingUtilities.invokeLater(new Runnable() {
            public void run() {
                new MyApp(args).show();
            }
        });
    }
}
```

Szálkezelés Swing alatt 4

- Modellek kezelésekor is
  - modelleket csak az eseménykezelő szálon keresztül módosítsunk
  - ha nem, akkor az esetleges kivételek tönkretehetik a GUI-t
- Ha szükséges, használjuk a **`SwingWorker`** osztályt *(**`javax.swing`** csomag)*
  - pl. hosszú I/O művelet, számítás stb. esetén
  - különben nem reagál az alkalmazás

SwingWorker<T,V>

- Úgy viselkedik, mint egy szál
  - párhuzamosan fut az eseménykezelővel
  - csak egyszer futtatható
- Visszatérési értéke van
  - ez a futás végeztével elérhető
  - tetszőleges típus lehet (genericitás)
- Képes kódot futtatni az eseménykezelő szálban
  - hasznos, ha modellt kell módosítani

`SwingWorker<T,V>` 2

- **`protected abstract  T doInBackground()`**
  - az elvégzendő munka (mint **`Thread.run()`**)
  - kötelező implementálni
- **`void execute()`**
  - elindítja a szálat (mint **`Thread.start()`**)
- **`protected  void done()`**
  - meghívva, ha a szál véget ért
- **`boolean isDone()`**
  - true, ha a szál véget ért
- **`T get(long timeout, TimeUnit unit)`**
  - visszaadja a **`doInBackground()`** által visszaadott értéket

`SwingWorker<T,V>` 3

- **`void setProgress(int i)`**
  - beállítja az előrehaladást mutató értéket (0-100)
- **`int getProgress()`**
  - visszaadja a fent beállított értéket
- **`void cancel(boolean mayInterruptIfRunning)`**
  - cancelled állapotba viszi a folyamatot
- **`boolean isCancelled()`**
  - true, ha **`cancel()`** meg lett hívva

`SwingWorker<T,V>` 4

- Ha valamit az eseménykezelő szálban kell végezni
- **`protected final void publish(V... chunks)`**
  - **`chunks`**-ot gyűjti és átadja **`process()`**-nek
  - aszinkron a kapcsolatuk
- **`protected void process(List<V> chunks)`**
  - az eseménykezelő szálból hívva
  - a **`publish()`** metódusban átadott értékeket kapjuk itt meg

`SwingWorker<T,V>` 5

- **`Property`**-ben lekérdezhető és megfigyelhető az állapot
  - **`progress`** és **`state`**
- **`PropertyChangeListener ...`**
- **`public final SwingWorker.StateValue getState()`**
  - **`PENDING`** indítás előtt
  - **`STARTED`** fut, de még nem állt le
  - **`DONE`** megállt

Multithreaded GUI?

- Miért lehet csak egy eseménykezelő szál?
  - miért bonyolítunk *SwingWorker*-rel?
- Sokszor próbálták
  - Cedar GUI – XEROX, korai 80-as évektől
- Failed dreams
  - GUI: *top-down* és *bottom-up* keverve
    - események alulról jönnek
    - kezelés felülről programozva
  - vagy *deadlock* vagy *race condition*
  - egyszerűbb ha maradunk a *single-thread*-nél

Whiteboard minta

Listener modell jellemzői

- Előnyök
  - elegáns, szép megoldás
  - szépen elválik a forrás (view) és a feldolgozás (control)
- Hátrányok
  - nagy az overhead
    - >130 event, adapter és listener interface
    - legtöbbször csak egy listener, mégis sokra készülünk
    - szörnyosztályok: **`AWTEventMulticaster`**
  - nincs gond, ha van elég memória és CPU

Listener modell jellemzői 2

- Hátrányok
  - függőség az esemény forrása és a listener között – életciklus-problémák
    - ha bármelyik megszűnne, a másiknak ezt tudomásul kell vennie
  - normál Java alkalmazásban nem nagyon jön elő a baj
    - inicializálás triviális
    - lecsatlakozásról mindenki megfeledkezik
    - amikor az alkalmazás megáll, úgyis megszűnik minden

Beágyazott Java jellemzői

- Kis eszközök
  - kevés memória, relatíve lassú CPU
    → nem pazarolhatunk
  - nincsenek adapter osztályok
  - nem töltünk be felesleges objektumot
- Kollaborációs modell
  - nem alkalmazások futnak, hanem *bundle*-ök (csomagok)
  - szolgáltatások a *service registry*-be regisztrálnak

Beágyazott Java jellemzői 2

- Folyamatosan futó VM
  - nem ragadhatnak be objektumok
    → a korrekt életciklus-kezelés elengedhetetlen
  - nem igaz az, hogy *„amíg van referenciánk egy objektumra, az nem szűnik meg”*
    - erőforrás-kezelés kapcsán sokszor dinamikusan jönnek létre és szűnnek meg objektumok
- A fenti jellemzők miatt a klasszikus listener eseménykezelés nem alkalmazható

Whiteboard minta

- Az egyedi eseménykezelés helyett a *registry*-t használjuk
- A *listener*-ek a *registry*-be regisztrálnak
- Ha jön egy esemény, nem a *listener*-t értesítjük, hanem a *registry*-t
- Az eseményforrás nem regisztrál

Whiteboard minta 2

- Registry előnyei
  - hibakeresés
    - a fejlesztőeszközök támogatják a *registry*-be való betekintést
  - biztonság
    - *ServicePermission*-nel állítható a regisztrált *listener*-ek hozzáférése az eseményekhez
  - Property-k
    - segítségükkel válogathatunk a *listener*-ek között

Swing Look and Feel

Swing Look and Feel

- Default L&F
  - Steel, Ocean
  - GTK+, Motif
  - Windows
- Beállítás
  - parancssorból
  - programból
  - property-fájlból

Swing Look and Feel 2

- Implementálás
  - programból
    - **`javax.swing.plaf.basic`**
  - XML-fájllal
    - **`javax.swing.plaf.synth`**
  - multiplex – más UI-ra ráültetve
    - **`javax.swing.plaf.multi`**

Objektumorientált szoftvertervezés

Elosztott OO, RMI, CORBA

Hálózati forgalom

- TCP/IP socket használatával
  - bedrótozott protokoll
  - alacsonyszintű adatkezelés
  - lábbalhajtós
  - small footprint
- Keretrendszerrel
  - sok minden transzparens
  - szabványos (?)
  - sok plusz szolgáltatás
  - large footprint

Socketes megoldás (szerver)

```
int main(int argc, char *argv[]) {
    int servSock =
        socket(PF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP);

    struct sockaddr_in servAddr;

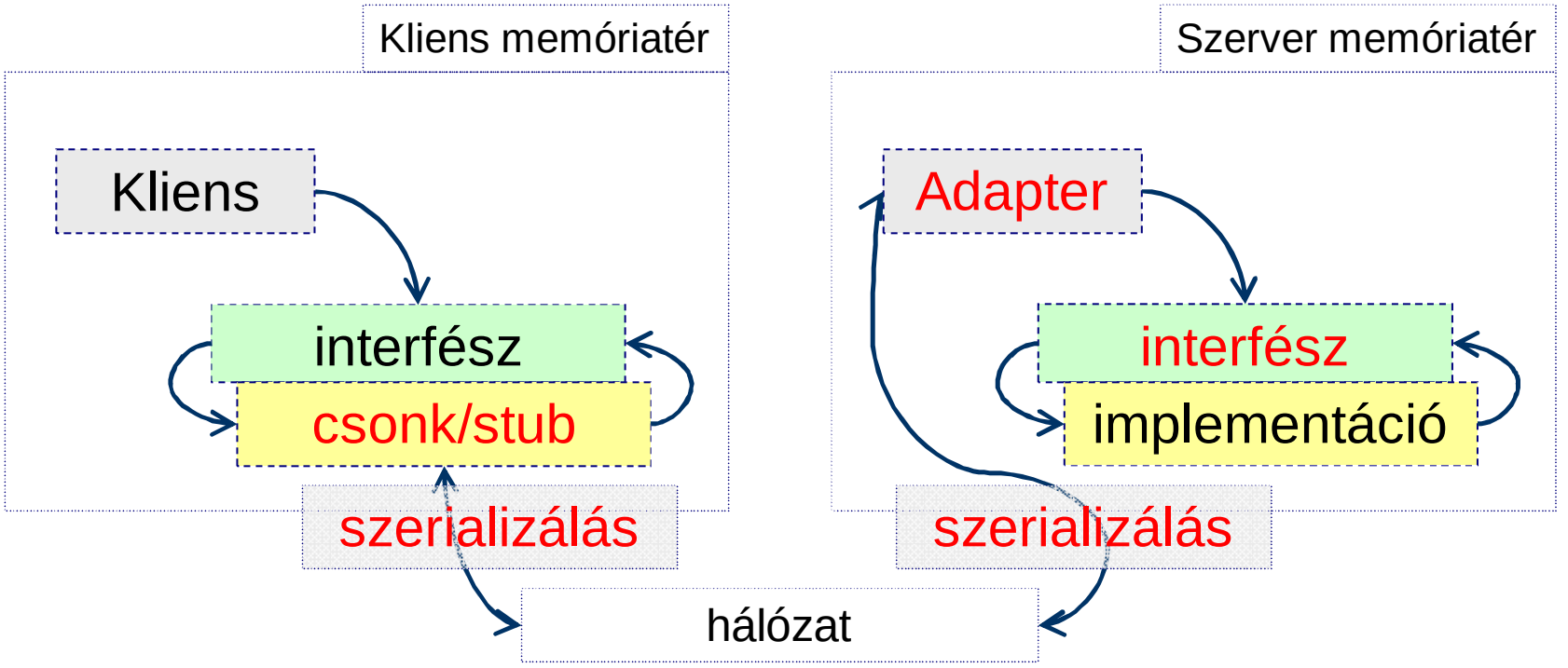
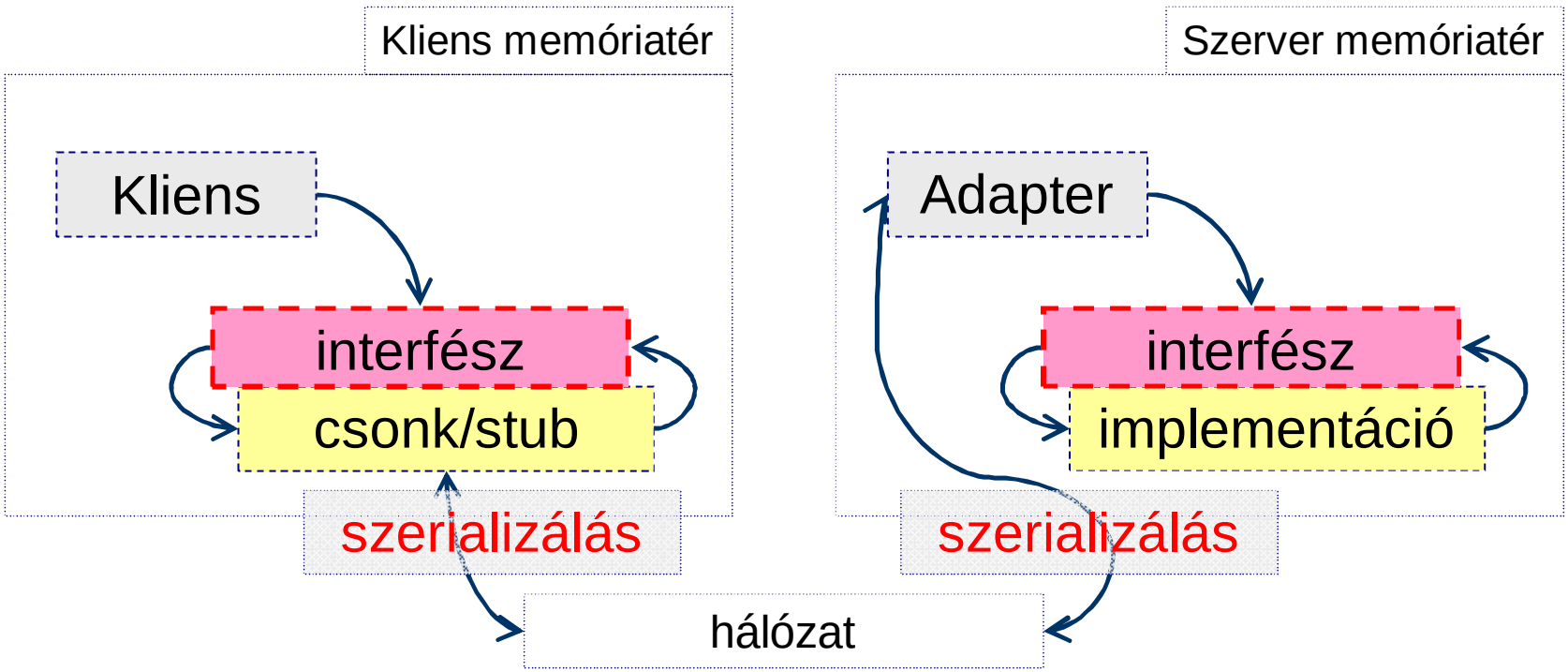
    memset(&servAddr, 0, sizeof(servAddr));
    servAddr.sin_family = AF_INET;
    servAddr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
    servAddr.sin_port = htons(5678);

    bind(servSock, (struct sockaddr *) &servAddr,
         sizeof(servAddr));
    listen(servSock, MAXPENDING);
```

Socketes megoldás (szerver)

```
    struct sockaddr_in clntAddr;
    int clntLen = sizeof(clntAddr);
    int clntSock =
        accept(servSock, (struct sockaddr *) &clntAddr,
               &clntLen);

    char echoBuffer[RCVBUFSIZE];
    int recvMsgSize =
        recv(clntSocket, echoBuffer, RCVBUFSIZE, 0);
    printf("%s\n", echoBuffer);

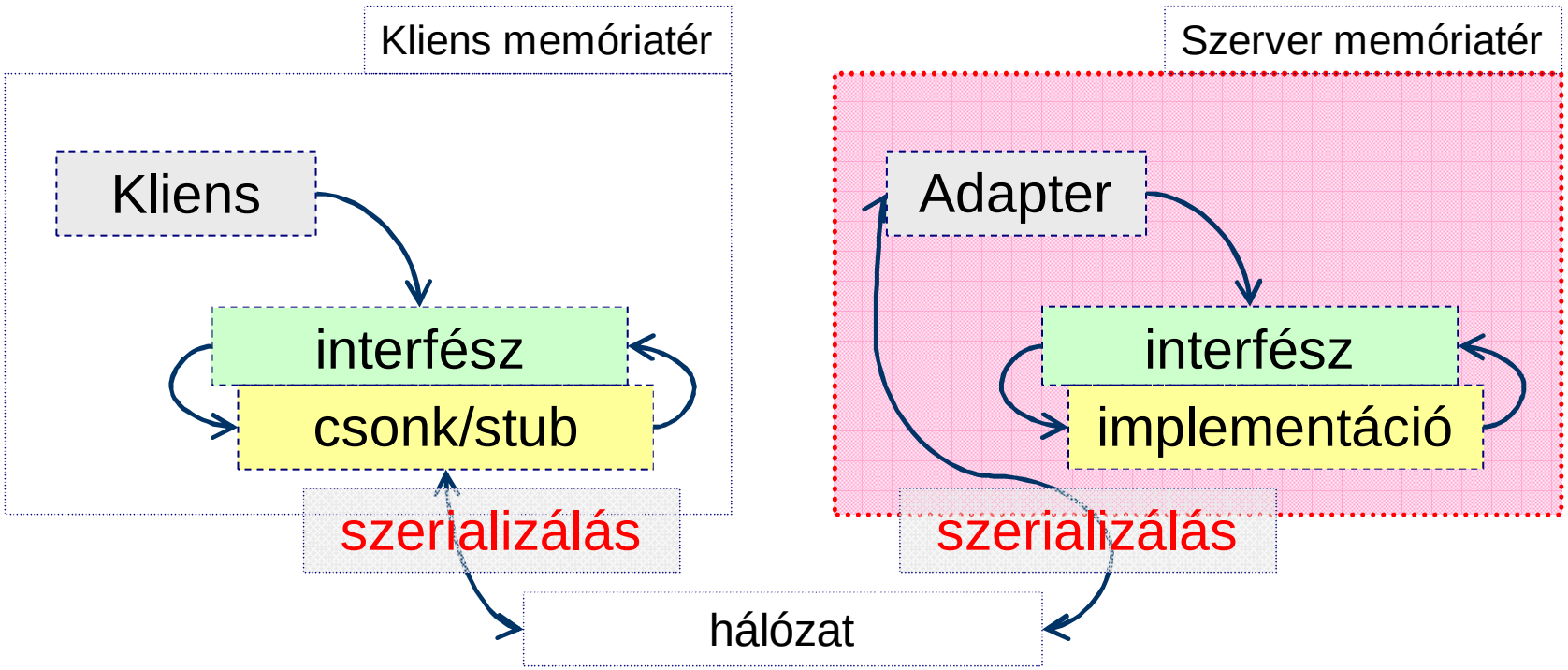
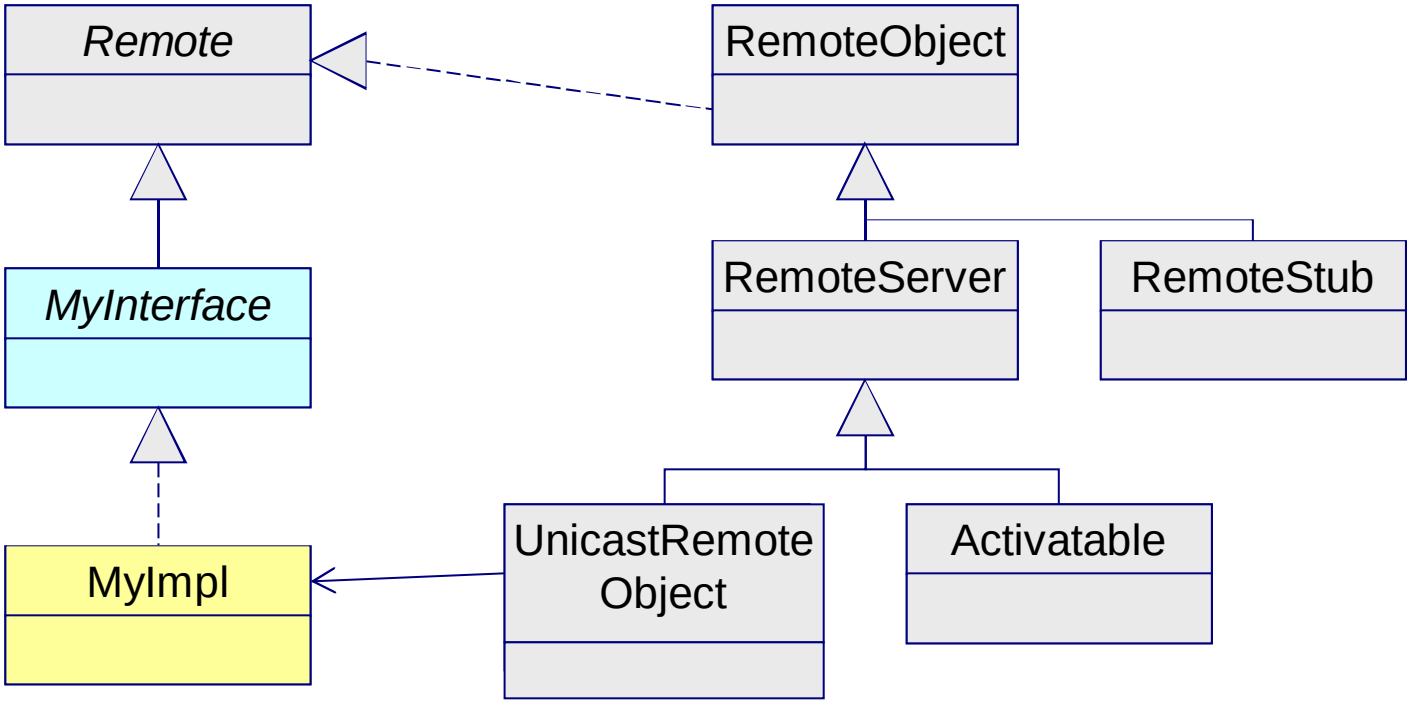
    close(clntSocket);
}
```

Socketes megoldás (kliens)

```
int main(int argc, char *argv[]) {
    int sock =
        socket(PF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP);
    struct sockaddr_in servAddr;
    memset(&servAddr, 0, sizeof(servAddr));
    servAddr.sin_family      = AF_INET;
    servAddr.sin_addr.s_addr = inet_addr(127.0.0.1);
    servAddr.sin_port        = htons(5678);
    connect(sock, (struct sockaddr *) &servAddr,
            sizeof(servAddr));
    send(sock, "hello world", 12, 0);
    close(sock);
    exit(0);
}
```

Adatátvitel – szerializálás

```
typedef struct {
        int a;
        char[32] b;
        double c;
} str;
```

```
//client
str s;
s.a = 13;
strncpy("hello world", s.b);
s.c = 3.14;
char* cp = (char*)(&s);
send(sock, cp, sizeof(s), 0);
```

```
//server
char[sizeof(str)] cp;
recv(clSock, cp, sizeof(str), 0);
str* s = (str*)cp;
printf("%d %s %lf\n", s->a, s->b, s->c);
```

Adatátvitel – szerializálás

- Mi történik, ha mutatót akarunk átvinni?

```
typedef struct {
        int a;
        char* b;
        double c;
} str;
```

- Túl alacsonyszintű a hozzáférés
- Mindig ki kell találni a kereket
- Inkább csináljunk egy keretrendszert

Remote Procedure Call

RPC történet

- RPC először 1976-ban
  - RFC 707
- ONC RPC (Sun)
  - Open Network Computing Remote Procedure Call
  - RFC 1831
- NFS (Sun)
  - RFC 1094, 1813, 3530
- DCOM (Microsoft)
- CORBA (OMG)

Függvényhívás




```
int a = 1;
int b = 2;
int c = 3;
int r;
...
r = foo(a,b,c);
...
printf("%d\n", r);
```

```
int foo(int x, int y, int z){
      int t = x+y+z;
      return t;
}
```

Függvényhívás

- Lokális



Függvényhívás

- Távoli



Függvényhívás

- Távoli



Távoli függvényhívás

- Csonk (kliens oldal)

```
int foo(int x, int y, int z) {
      Stub stub = getStub("foo");
      Stream s = stub.getOutStream();
      s.writeInt(x);
      s.writeInt(y);
      s.writeInt(z);
      stub.invoke();
      s = stub.getInStream();
      int t = s.readInt();
      return t;
}
```

Távoli függvényhívás

- Adapter (szerver oldal)

```
void invoke(Skeleton skeleton) {
      Stream s = skeleton.getInStream();
      int x = s.readInt();
      int y = s.readInt();
      int z = s.readInt();
      int t2 = foo(x,y,z);
      s = skeleton.getOutStream();
      s.writeInt(t2);
}
```

Új problémák

- memóriakezelés
  - külön címtér
- hiba a hálózaton
  - idempotens műveletnél nincs gond
  - általában:
    - at_most_once
    - at_least_once
    - exactly_once
- hogyan találjuk meg
  - nameservice, trader, stb

Memóriakezelés

- Külön címtér
- Primitív típusok
  - nincs nagy különbség
- Összetett típusok és pointerek
  - deep copy szükséges minden esetben
  - saját foglaló/felszabadító függvények
  - külön érdekesség az *inout* paraméterek kezelése
- Java: elosztott GC

Hálózati hibák

- Csupán jelezzük a hibát
  - *at_most_once* filozófia
  - a kliens eldönti, mi legyen
  - nem transzparens
- Hibajavítás: ismételt hívás
  - *at_least_once*: addig küldjük, amíg jó nem lesz
    - idempotens metódusoknál működik
  - *exactly_once*: igen nehéz implementálni

Szerver megtalálása

- Bedrótozva
  - Lehet protokollfüggő
    - TCP/UDP portok
    - `/etc/services`
  - Ad-Hoc
    - kódba ágyazva
- Indirekt módon megadva
  - fájlrendszer segítségével
  - NameService (white pages)
  - TradingService (yellow pages)

NameService

- white pages telefonkönyv
- nevekhez a szolgáltató
  - név → telefonszám
- hol van a telefonkönyv
  - tudakozó száma bedrótozva
- hierarchikus névtér elengedhetetlen
- pl. DNS

TradingService

- Mi van ha a szolgáltatás érdekel?
  - ki hangol zongorát a városban?
- Yellow pages
  - szolgáltatások jegyzéke
  - megadhat plusz paramétereket is
    - mennyiért hangol
    - milyen típusú zongorát
    - mennyi időn belül

Remote Method Invocation

Szerializálás

- **`java.io.Serializable`** interfész
- vagy default szerializálás
- vagy programozó által megadott

```
private void writeObject(java.io.ObjectOutputStream out)
    throws IOException

private void readObject(java.io.ObjectInputStream in)
    throws IOException, ClassNotFoundException;

private void readObjectNoData()
    throws ObjectStreamException;
```

Szerializálás 2

- Rekurzív
  - attribútumok
  - ha referencia, a referált objektum is
- Megszakítható
  - transient
    - az asszociáció végén lévő objektum nem szerializálódik
- Verziókezeléssel
    - `static final long serialVersionUID = 42L;`
- Osztályattribútumok nem szerializálódnak

Szerializálás 3

```
FileOutputStream fos = new FileOutputStream("t.tmp");
ObjectOutputStream oos = new ObjectOutputStream(fos);
oos.writeInt(12345);
oos.writeObject("Hello World");
oos.writeObject(new Date());
oos.close();
```

```
FileInputStream fis = new FileInputStream("t.tmp");
ObjectInputStream ois = new ObjectInputStream(fis);
int i = ois.readInt(); // primitív típusra is jó
String hello = (String) ois.readObject();
Date date = (Date) ois.readObject();
ois.close();
```

SecurityManager

- Java-ban kezdettől hangsúlyt fektettek a biztonságra
- A különböző biztonsági szabályok betartásáért a *SecurityManager* felelős
  - **`java.lang.SecurityManager`**
  - **`SecurityManager System.getSecurityManager()`**
  - **`System.setSecurityManager(SecurityManager sm)`**

SecurityManager 2

- **`checkXXX()`** nevű metódusok segítségével ellenőrizhető a jogosultság
- a metódusok SecurityException-t dobnak elutasítás esetén
  - **`void checkAccess(Thread t)`**
    - *stop, suspend, resume, setPriority, setName, setDaemon*
  - **`void checkRead(String file)`**
  - **`void checkWrite(String file)`**
  - **`void checkDelete(String file)`**
    - fájl olvasása, írása, törlése

SecurityManager 3

- **`void checkConnect(String host, int port)`**
  - kapcsolat nyitása
- **`void checkAccept(String host, int port)`**
  - kapcsolat fogadása
- **`void checkListen(int port)`**
  - kapcsolat várása
- **`void checkExit(int status)`**
  - **`System.exit()`** metódus meghívása
- **`void checkExec(String cmd)`**
  - parancs végrehajtása
- **`void checkPermission(java.security.Permission)`**
  - általános ellenőrző metódus
- `...`

Szabályok beállítása

- *SecurityManager* felüldefiniálása
  - a megfelelő metódus felüldefiniálásával egyedi szabályokat alkothatunk
- Engedélyek (permission) beállítása
  - *policy* fájl beállításával
  - típusok: *File, Socket, Net, Security, Runtime, Property, AWT, Reflect, Serializable*
    - mindegyikhez egy **`XXXPermission`** osztály tartozik
    - mindegyiknek saját név-érték párjai vannak a finomhangoláshoz

Policy fájl

- Feldolgozási sorrend
  - file: `java.home/lib/security/java.policy`
  - file: `user.home/.java.policy`
  - opció: `-Djava.security.policy=someURL`
- Szerkesztése
  - kézzel
    - könnyű szintaktikai hibát véteni
  - *policytool* segítségével
    - JDK része
    - kicsit lábbalhajtós

Policy fájl 2

- Tartalom

```
grant codeBase "file:/home/sysadmin/" {
  permission java.io.FilePermission "/tmp/abc", "read";
};
grant signedBy "Duke" {
  permission java.io.FilePermission "/tmp/*",
"read,write";
};
```

- Részletek

  http://java.sun.com/javase/6/docs/technotes/guides/security/PolicyFiles.html

Permission objektumok

```
permission java.io.FilePermission "/tmp/*", "read,write";
```

- **String getActions()**
  - **"read,write"**
- **String getName()**
  - **"/tmp/*"**
- **boolean implies(Permission permission)**
  - **FilePermission("/tmp/foo", "read");**
    → boolean

RMI architektúra



RMI architektúra

- Távoli objektum interfésze



Távoli objektum interfésze

- **`java.rmi.Remote`** leszármazottja
  - üres interfész, jelzi, hogy az objektum távoliként elérhető
- minden metódusnak jelezni kell a **`java.rmi.RemoteException`** dobását
  - vagy az ősét, a **`java.io.IOException`**, **`java.lang.Exception`** kivételek egyikét
- más interfészektől is örökölhet
  - ha betartja a kivételkezelési feltételt

Távoli objektum interfésze 2

- Paraméter és visszatérési érték
  - primitív típus
    - érték szerint, mint lokálisan
  - **`Serializable`** interfészt megvalósító objektum
    - deep copy
    - szerver oldali módosítása nem hat vissza a hívó oldalra
  - távoli objektum referenciája
    - csak a stub adódik át
    - referenciaszámlálás segíti a GC-t

Távoli objektum interfésze 3

- Példa:

```
import java.rmi.*;

public interface Hello extends Remote {

        void sayHello(String s)
                throws RemoteException;

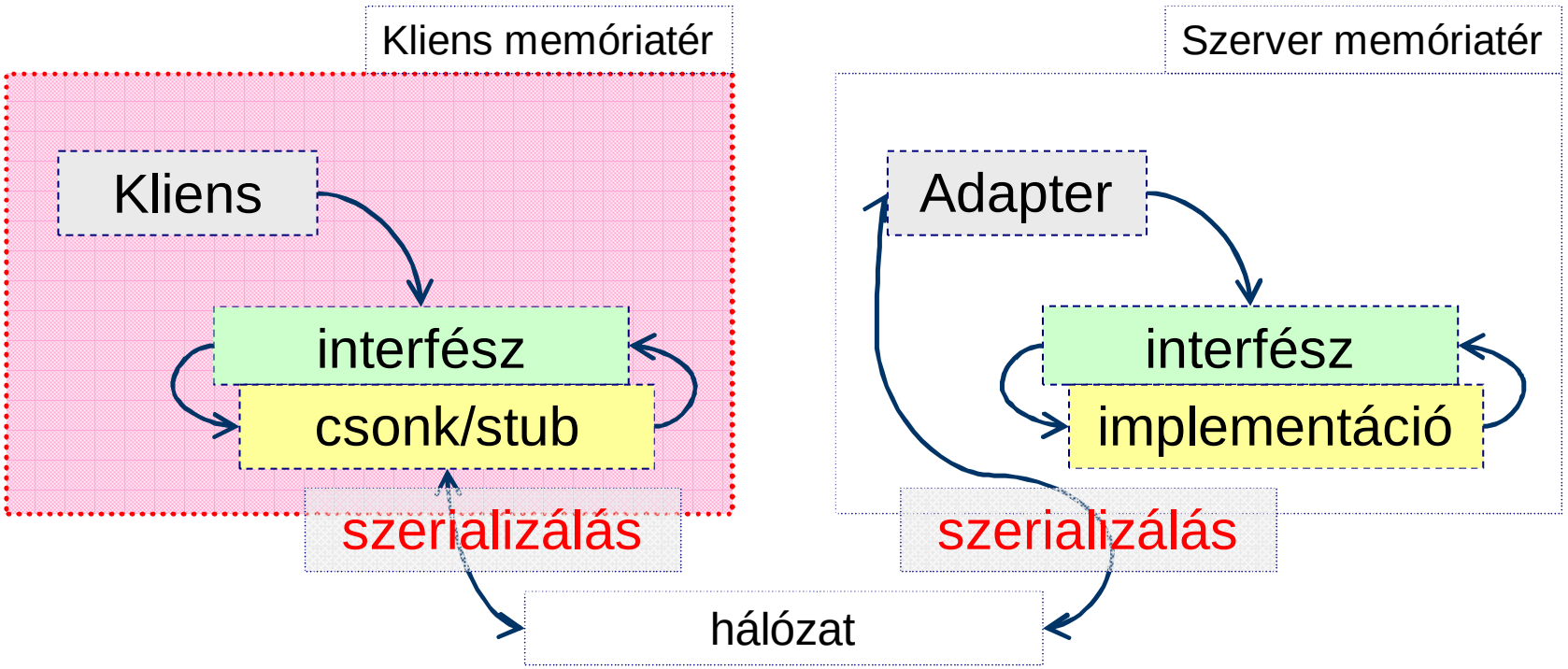
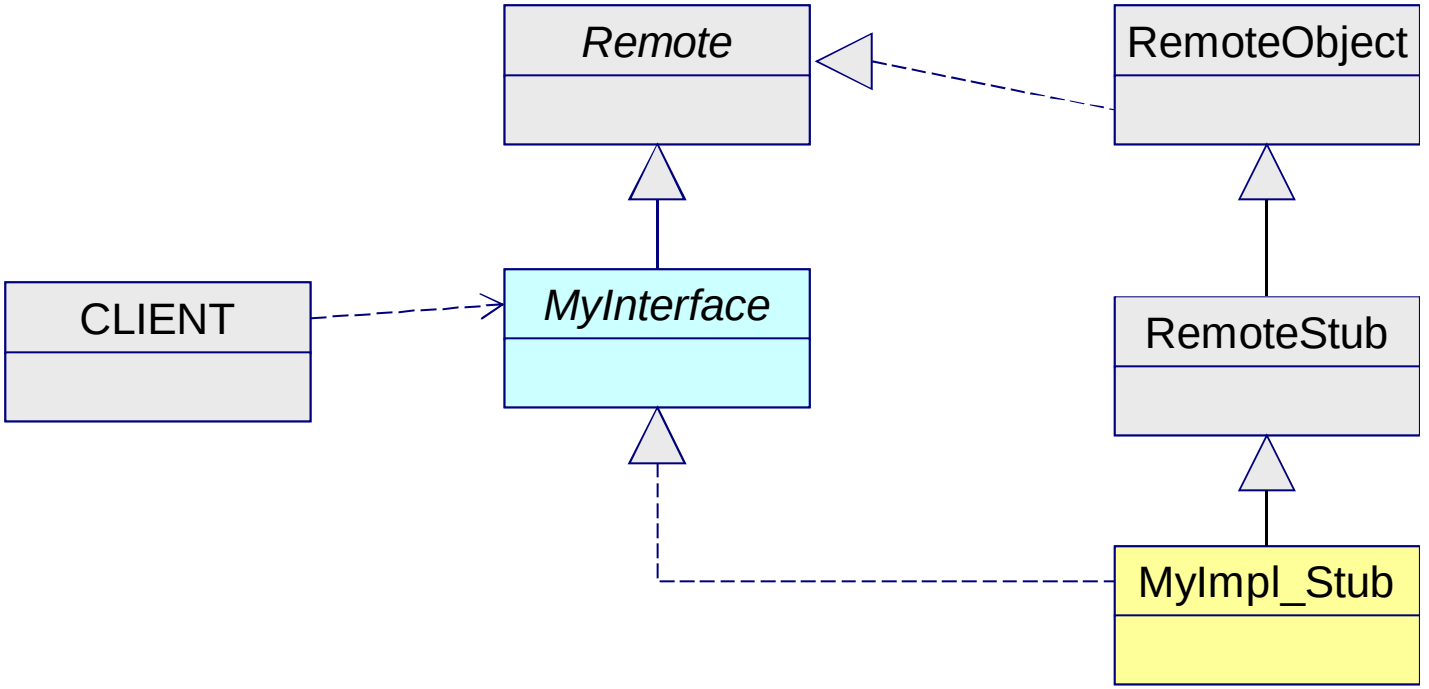
}
```

RMI architektúra

- Szerver oldal



Szerver oldal



RemoteObject

- Távoli objektumok és csonkok (stubok) ősosztálya
  - **`boolean equals(Object o)`**
    - összehasonlítás stub-okon is korrekt
  - **`RemoteRef getRef()`**
  - **`int hashCode()`**
  - **`String toString()`**
  - **`static Remote toStub(Remote obj)`**
    - a távoli objektum stub-ját adja vissza
    - csak akkor hívható, ha a szervant exportálva lett

`RemoteServer`

- Lehetővé teszi a távoli objektumok létrehozását és exportálását
  - **`static String getClientHost()`**
    - távoli hívás során visszatér a kliens hoszt azonosítójával
  - **`static void setLog(OutputStream os)`**
    - az RMI hívások **`os`**-be lesznek naplózva.
  - **`static PrintStream getLog()`**
    - visszaadja az RMI napló referenciáját

UnicastRemoteObject

- Távoli objektum exportálása és a hozzá tartozó stub elérése
  - az exportálás teszi lehetővé a távoli objektum távoli elérését
  - a stub küldhető át a kliens oldalra
- Statikus metódusai segítségével exportálhatunk
- Ha szükséges, belőle örököltethetünk
  - ekkor felhasználhatjuk a konstruktorait

UnicastRemoteObject 2

- **`Object clone()`**
- **`static RemoteStub exportObject(Remote r)`**
  - exportálja **`r`**-t, és visszaad egy rámutató stub-ot
- **`static Remote exportObject(Remote r, int port [,RMIClientSocketFactory csf, RMIServerSocketFactory ssf])`**
  - mint fent, de a megadott porton fogadja a hívásokat
  - ha kell, speciális socketen keresztül (pl. SSL)
- **`static boolean unexportObject(Remote r, boolean force)`**
  - siker esetén r nem érhető el távoliként
  - ha force igaz, akkor nem várja meg a futó hívások feldolgozását

UnicastRemoteObject 3

- `protected UnicastRemoteObject(`
  `int port,`
  `RMIClientSocketFactory csf,`
  `RMIServerSocketFactory ssf)`
  - ha meg van adva, adott porton
  - ha meg vannak adva, adott típusú socketekkel
  - automatikusan exportálódik az objektum

Activatable

- Perzisztens elérésű távoli objektumokhoz
  - az objektum stub-jai elérik az objektumot a szerver újraindítása után is
- Szükség esetén aktiválható
- Ha szükséges, értesülhetünk a deaktiválásról is

Remote objektum megvalósítása

- Delegációval

```
import java.rmi.*;
public class HelloImpl implements Hello {

    public HelloImpl() throws RemoteException {
        super();
    }

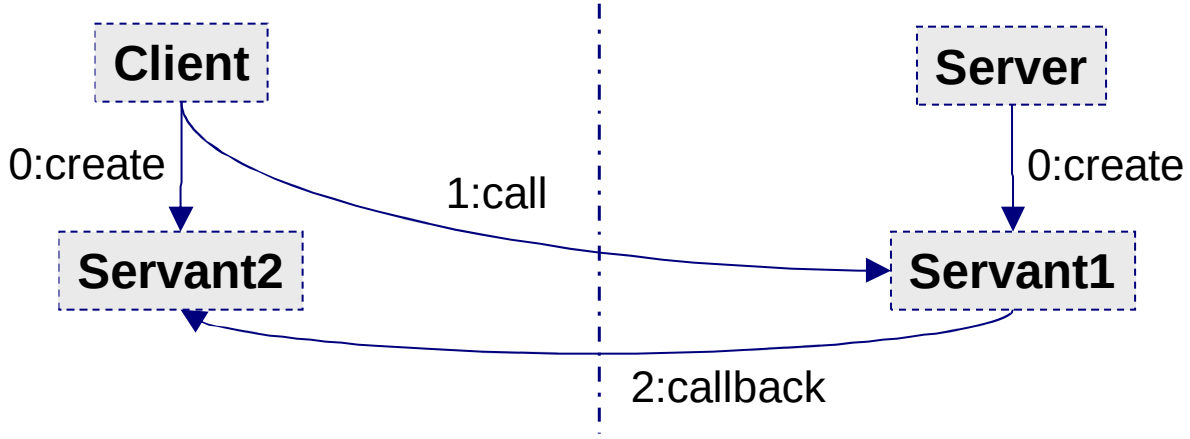
    public void sayHello(String s)
       throws RemoteException {
        System.out.println(s);
    }
}
```

Remote objektum exportálása

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.*;
import java.rmi.registry.*;

public class Server {
  static public void main(String[] args) {
    try {
      HelloImpl hello_i = new HelloImpl();
      // exportálás, stub létrehozása explicit!
      Hello stub =
        (Hello)UnicastRemoteObject.exportObject(hello_i,0);
      Registry registry = LocateRegistry.getRegistry();
      registry.rebind("hello", stub);
    } catch (Exception e) {e.printStackTrace();}
  }
}
```

Remote objektum megvalósítása

- Öröklléssel

```
import java.rmi.*;
public class HelloImpl extends UnicastRemoteObject
implements Hello {
    public HelloImpl() throws RemoteException {
        super();
    }

    public void sayHello(String s)
       throws RemoteException {
        System.out.println(s);
    }
}
```

Remote objektum exportálása

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.*;
import java.rmi.registry.*;

public class Server {
  static public void main(String[] args) {
    try {
      HelloImpl hello_i = new HelloImpl();
      // exportálás megtörtént a konstruktorban
      Registry registry = LocateRegistry.getRegistry();
      // paraméterátadáskor létrejön a stub
      // és csak ő adódik át
      registry.rebind("hello", hello_i);
    } catch (Exception e) {e.printStackTrace();}
  }
}
```

RMI architektúra

- Kliens oldal



Kliens oldal



Kliens oldal

- A stub referál a távoli objektumra
- A stub maga is egy objektum!
  - az implementációja automatikusan generálódik
    - **`MyImpl_Stub`**
- A stub megvalósítja a távoli objektum interfészét
    - **`MyInterface`**
- A stubot többféleképpen meg lehet kapni
  - paraméterként távoli eljáráshívás során
  - visszatérési értékként távoli eljáráshívás során
  - névszolgáltatás segítségével
    - **`java.rmi.Naming`**

Stub generálása: RMIC

- Java 1.0-1.1
  - generálja a stub és a szkeleton osztályokat
  - stub osztály a kliens alkalmazásnál meg kell legyen
- Java 1.2-1.4
  - csak a stub-ot generálja
- Java 1.5-
  - nincs szükség stub generálásra sem, minden automatikus
  - stub implementációja (bytecode) a kliens oldalra dinamikusan átkerül

Remote objektum használata

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.*;
import java.rmi.registry.*;
public class Client {
  static public void main(String[] args) {
    try {
      Registry registry = LocateRegistry.getRegistry();
      Hello hello = (Hello)registry.lookup("hello");

      hello.sayHello("Hello RMI!");

    } catch (Exception e) {e.printStackTrace();}
  }
}
```

RMIRegistry

- Feladata távoli objektumok névhez kötése
- Név-stub párokat tárol
- *LocateRegistry* osztály
  - ha kell, létrehozza
  - megtalálja adott hoszton, porton, protokollal
- *Registry* interfész
  - biztosítja a szolgáltatást
  - nem perzisztens, nincs hozzáférés-kezelés

RMIRegistry 2

- *LocateRegistry*
  - `static Registry createRegistry(int port, RMIClientSocketFactory csf, RMIServerSocketFactory ssf)`
    - létrehoz egy registry-t
  - `static Registry getRegistry(String host, int port, RMIClientSocketFactory csf)`
    - megtalál egy registry-t

RMIRegistry 3

- *Registry*
  - **`void bind(String name, Remote obj)`**
    - beregisztrálja obj-et name-mel
  - **`String[] list()`**
    - kilistázza a regisztrált neveket
  - **`Remote lookup(String name)`**
    - megtalálja obj-et adott néven
  - **`void rebind(String name, Remote obj)`**
    - ha kell, felülírja a korábbi obj-stub-ot
  - **`void unbind(String name)`**
    - törli a nevet a listából

Legfontosabb tervezési minták

- Callback
  - *observer* minta elosztott környezetben
    - a kliens visszahívást vár
  - aszinkron hívásoknál majdnem elengedhetetlen
- Factory
  - új szerver oldali objektum létrehozása
  - *destroy* metódus kellhet
    - az elosztott GC, *Unreferenced* interfész segít
- (Mobile) Agent
  - a kliensről a szerverre küldött objektum, amelyben adat és futtatható kód együtt kerül át

Callback

- A kliens-szerver szerepek keverednek
  - a kliens szerverként is,
  - a szerver kliensként is viselkedik



Callback példa

- Egyszerű chat-szerver
  - kliensek regisztrálhatnak
  - üzenetet küldhetnek
  - a regisztráltak értesülnek a többiek üzeneteiről

Callback példa: interfészek

```
public interface Center extends Remote {
    void regist(String name, Receiver rec)
       throws RemoteException;
    void unregist(String name)
       throws RemoteException;
    void send(String who, String message)
       throws RemoteException;
}
```

```
public interface Receiver extends Remote {
    void receive(String from, String message)
       throws RemoteException;
}
```

Callback példa: *CenterImpl* (S)

```
public class CenterImpl extends UnicastRemoteObject
implements Center {
  private Hashtable<String,Receiver> table;
  public CenterImpl() throws RemoteException {
    super();
    table = new Hashtable<String, Receiver>();
  }
  public void regist(String name, Receiver rec)
                     throws RemoteException {
    table.put(name, rec);
  }
  public void unregist(String name)
                     throws RemoteException {
    table.remove(name);
  }
  ...
```

Callback példa: *CenterImpl 2*

```
  ...
  public void send(String who, String message)
                    throws RemoteException {
    System.out.println("["+who+"] "+message);
    for (Receiver r : table.values()) {
      r.receive(who, message);
    }
  }

}
```

Callback példa: *ReceiverImpl* (C)

```
public class ReceiverImpl
extends UnicastRemoteObject
implements Receiver
{
  public ReceiverImpl() throws RemoteException {
      super();
  }
  public void receive(String from, String message)
                      throws RemoteException {
      System.out.println("["+from+"] " + message);
  }
}
```

Callback példa: *Server*

```
public class Server {
  static public void main(String[] args) {

    try {

      CenterImpl center = new CenterImpl();
      Registry registry = LocateRegistry.getRegistry();
      registry.rebind("chat", center);

      } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
  }
}
```

Callback példa: *Client*

```
public class Client {

  static public void main(String[] args) {

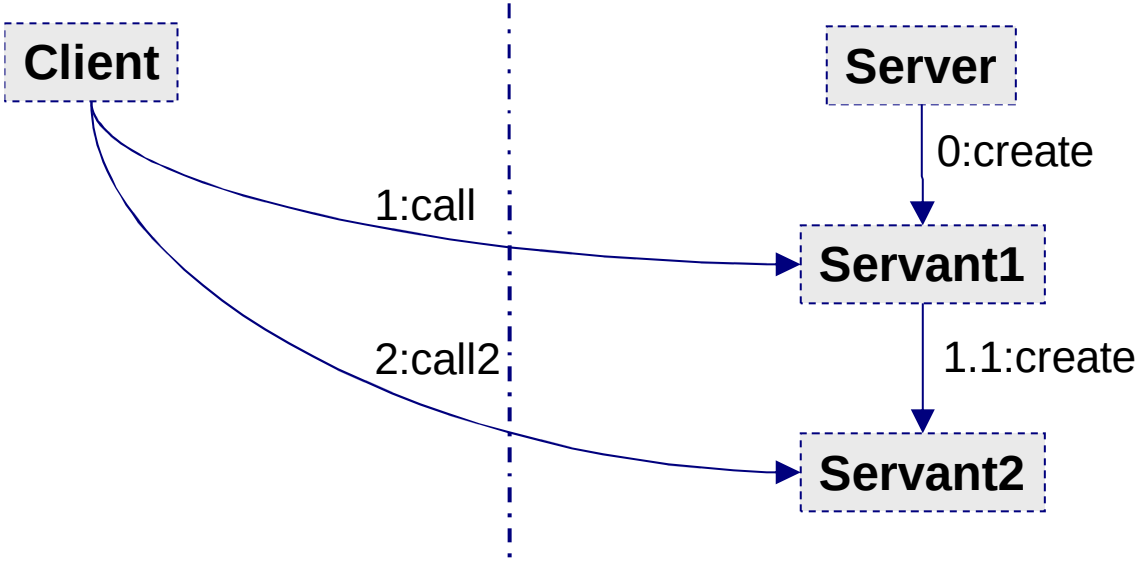
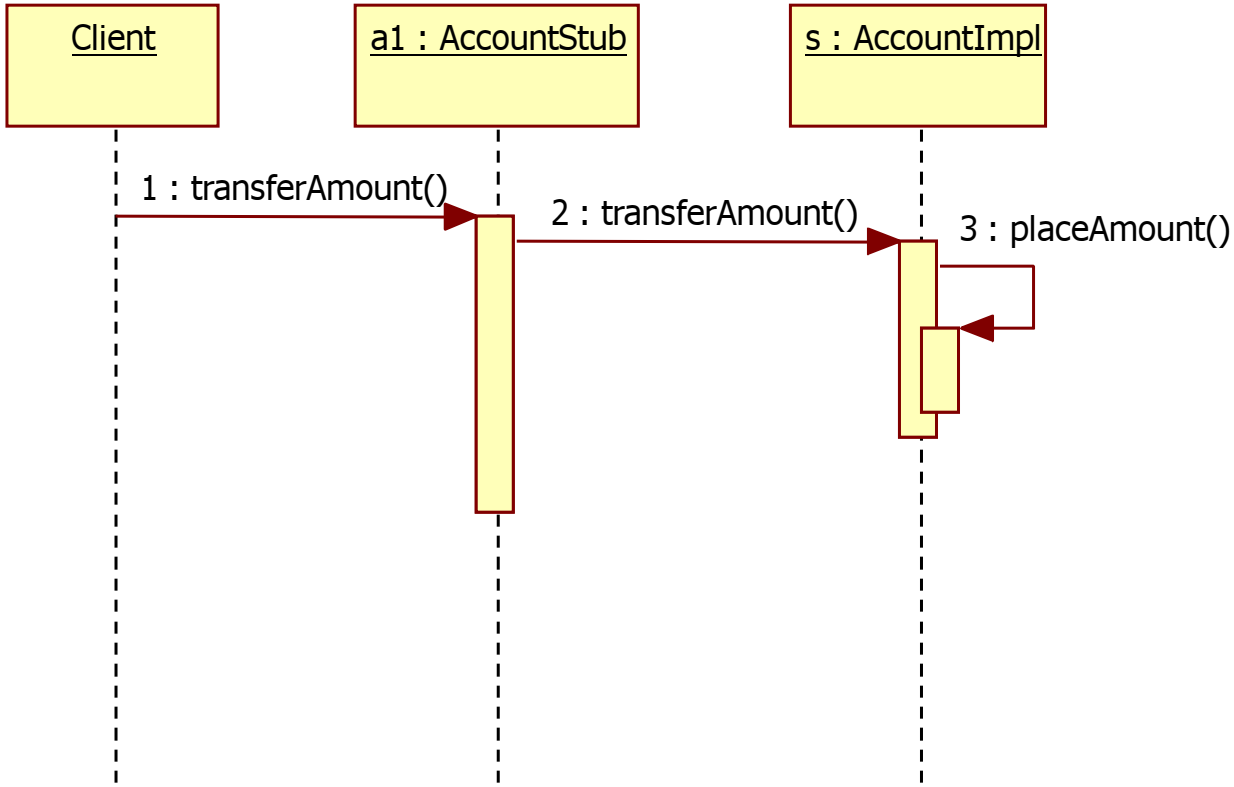
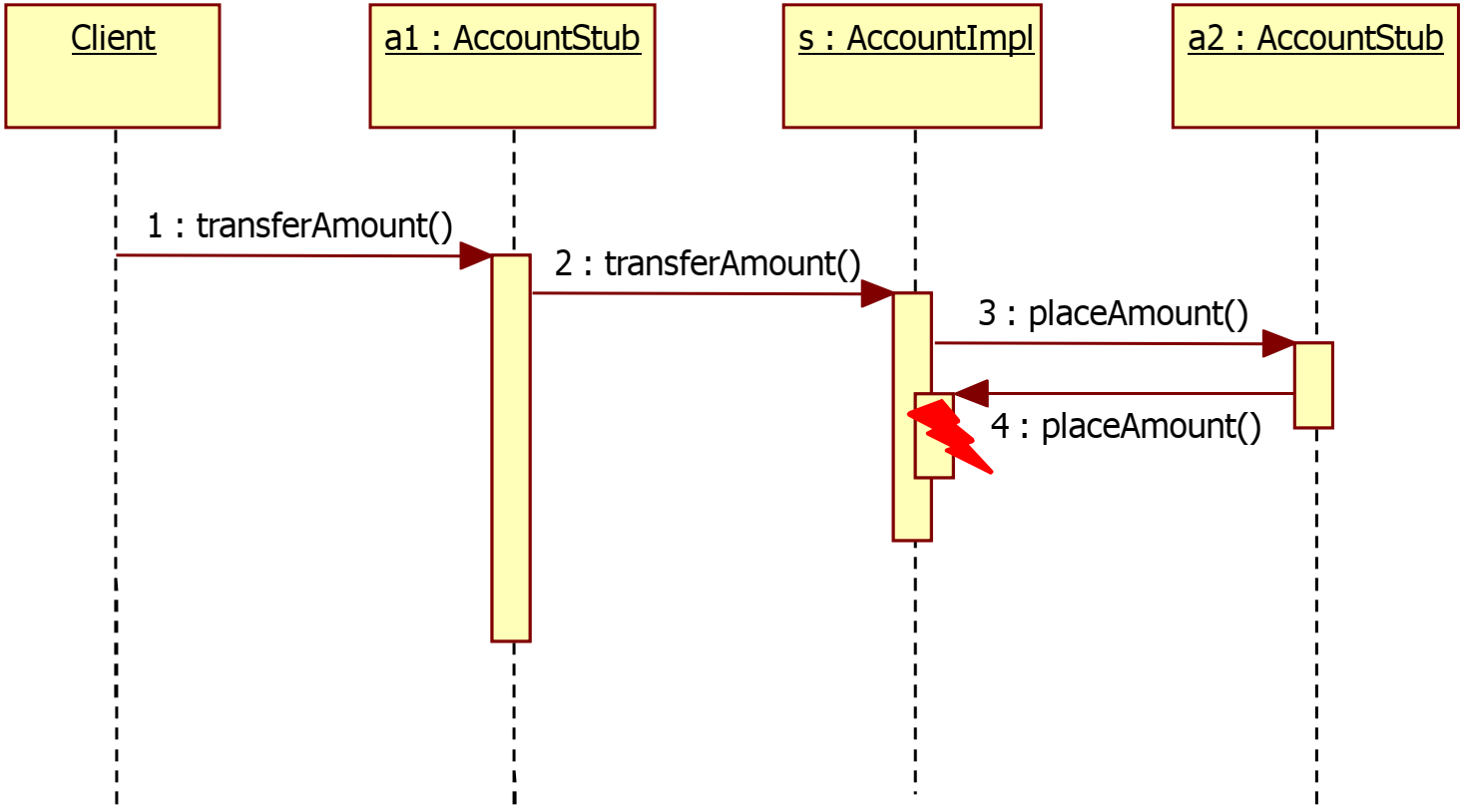
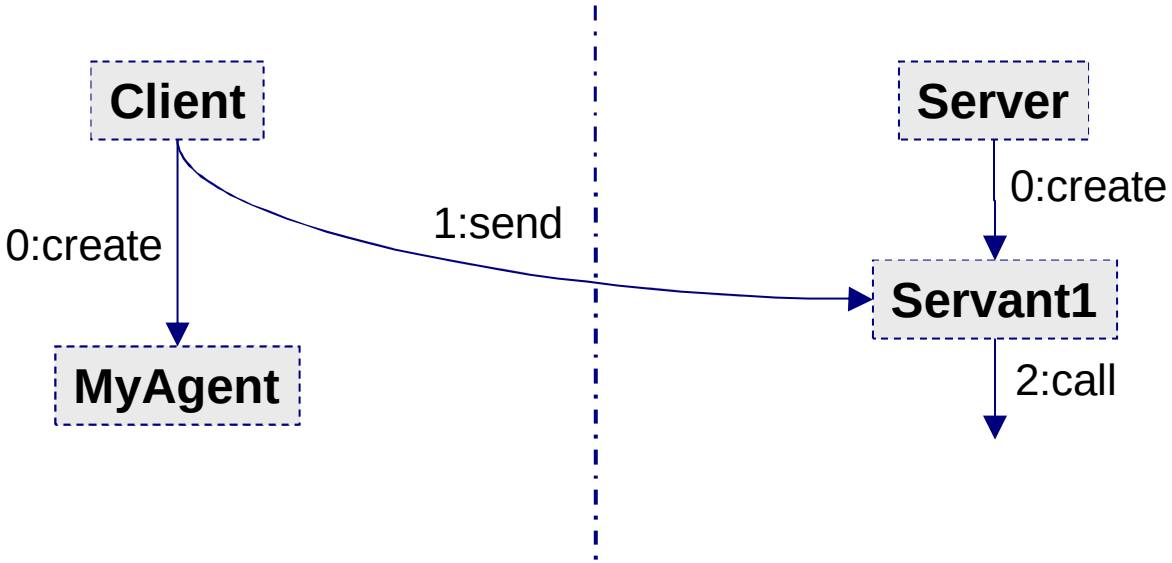
    try {
      Registry registry = LocateRegistry.getRegistry();
      Center center = (Center)registry.lookup("chat");

      ReceiverImpl rec = new ReceiverImpl();
      center.regist(args[0], rec);

      ...
```

Callback példa: *Client 2*

```
      ...

      while (true) {
        String m = System.console().readLine();
        if (m.equals("end")) break;
        center.send(args[0], m);
      }

      center.unregist(args[0]);

    } catch (Exception e) {
      e.printStackTrace();
    }
  }
}
```

Callback példa futtatás

Factory

- A szerver a hívás hatására új szervantot készít
- A kliens az új szervantot használhatja



Factory példa

- Bankszámla
  - kliens nyithat bankszámlát
  - bankszámla azonosítóval elérhető
  - bankszámlára pénz átutalható
  - bankszámla megszüntethető

Factory példa: interfészek

```
public interface Bank extends Remote {
    Account openAccount(String anumber)
       throws RemoteException;
    Account getAccount(String anumber)
       throws RemoteException;
}
```

```
public interface Account extends Remote {
    void placeAmount(double d) throws RemoteException;
    boolean transferAmount(double d, Account to)
       throws RemoteException;
    double getAmount() throws RemoteException;
    void close() throws RemoteException;
}
```

Factory példa: *BankImpl* (S)

```
public class BankImpl extends UnicastRemoteObject
implements Bank {
  Hashtable<String, AccountImpl> table;
  public BankImpl() throws RemoteException {
    table = new Hashtable<String, AccountImpl>();
  }
  public Account openAccount(String anumber)
         throws RemoteException {
    if (!table.containsKey(anumber)) {
      AccountImpl a = new AccountImpl(this, anumber);
      table.put(anumber, a);
      return a;
    } else {return null;}
  }
  ...
```

Factory példa: *BankImpl 2*

```
  ...
  public Account getAccount(String anumber)
              throws RemoteException {
    return table.get(anumber);
  }
  public void closeAccount(String anumber) {
    AccountImpl a = table.get(anumber);
    try {
      unexportObject(a, false);
    } catch (Exception e) {}
    table.remove(anumber);
  }
}
```

Factory példa: *AccountImpl* (C)

```
public class AccountImpl extends UnicastRemoteObject
implements Account {
    double amount;
    BankImpl bank;
    final String number;
    public AccountImpl(BankImpl b, String n)
       throws RemoteException {
        super();
        bank = b;
        number = n;
        amount = 0.0;
    }
    ...
```

Factory példa: *AccountImpl 2*

```
...
synchronized public void placeAmount(double d)
   throws RemoteException {
    amount += d;
}
synchronized public boolean
transferAmount(double d, Account to)
   throws RemoteException {
    if (to == null) return false;
    amount -= d;
    to.placeAmount(d);
    return true;
}
...
```

Factory példa: *AccountImpl* 3

```
    ...
    public double getAmount() throws RemoteException {
        return amount;
    }
    public void close() throws RemoteException {
        bank.closeAccount(number);
    }
}
```

Factory példa: *Server*

```
public class Server {
  static public void main(String[] args) {
    try {
      BankImpl bank = new BankImpl();
      Registry registry = LocateRegistry.getRegistry();
      registry.rebind("bank", bank);
    } catch (Exception e) {
      e.printStackTrace();
    }
  }
}
```

Factory példa: *Client*

```
public class Client {
  public static void main(String[] args) {
    try {
      Registry registry = LocateRegistry.getRegistry();
      Bank bank = (Bank)registry.lookup("bank");
      Account a1 = bank.openAccount("acc01");
      Account a2 = bank.openAccount("acc02");
      a1.placeAmount(10000);
      a1.transferAmount(3000, a2);
      System.out.println(a2.getAmount());
      a1.close();
      a2.close();
    } catch (Exception e) {e.printStackTrace();}
  }
}
```

Factory példa: *Hol a hiba?*

```
public class Client {
  public static void main(String[] args) {
    try {
      Registry registry = LocateRegistry.getRegistry();
      Bank bank = (Bank)registry.lookup("bank");
      Account a1 = bank.openAccount("acc01");
      a1.placeAmount(10000);
      a1.transferAmount(3000, a1);
      System.out.println(a1.getAmount());
      a1.close();
    } catch (Exception e) {e.printStackTrace();}
  }
}
```

Factory példa naívan



Factory példa elosztottan



Factory példa futtatás

Listaiterátor-minta

- Feladat: egy naplószervertől kérjünk el naplóbejegyzéseket

```
public interface Logger extends Remote {
        ...
        Log[] getLogs(Date from, Date to);
}
```

- Probléma: túl sok adat jöhet válaszul

Listaiterátor-minta

- Megoldás: iteráljunk (lapozzunk)

```
public interface LogIterator extends Remote {
        boolean hasMore();
        Log[] nextN(int n);
}
```

```
public interface Logger extends Remote {
        ...
        LogIterator getLogs(Date from, Date to);
}
```

Elosztott *garbage collection*

- A távoli objektumokra a kliens oldali stub-oknak is van referenciájuk
- Ha az objektum távoli referenciái megszűntek, az objektumot az RMI *weak reference*-ként tartja számon
- Értesítés a referenciák megszűntéről:
  - **`java.rmi.server.Unreferenced`** interfész
  - **`public void unreferenced()`** metódusa

Elosztott *garbage collection*

```
// Client
Account a1 = bank.openAccount("acc01");
...
a1.close(); a1 = null;
```

```
public void close() throws RemoteException {
        bank.closeAccount(number);
}
```

```
public void closeAccount(String anumber) {
    AccountImpl a = table.get(anumber);
    try { unexportObject(a, false); }
    catch (Exception e) {}
    table.remove(anumber);
  }
}
```

DGC példa futtatás

Mobile agent

- A kliens által küldött objektum futtatható kódja nincs meg a szerveren
- Adat és kód együtt kerül a szerverhez



Agent példa: interfészek

```
public interface Agent extends Serializable {

    void run();

}
```

```
public interface Agency extends Remote {

    public Agent accept(Agent a)
       throws RemoteException;

}
```

Agent példa: *MyAgent* (C)

```
public class MyAgent implements Agent {
    Integer i;
    public MyAgent() {i = 1;}

    public void run() {
        System.out.println(i);
        i++;
        System.out.println(i);
    }

    public void bar() {
        System.out.println(i);
    }
}
```

Agent példa: *MyAgency* (S)

```
public class MyAgency extends UnicastRemoteObject
implements Agency {

    public MyAgency() { super(); }

    public Agent accept(Agent a)
              throws RemoteException {
        System.out.println("Accepting agent");
        a.run(); // lokális hívás!!!
        System.out.println("Done.");
        return a;
    }
}
```

Agent példa: *Server*

```
public class Server {
  static public void main(String[] args) {
    if (System.getSecurityManager() == null) {
      System.setSecurityManager(new SecurityManager());
    }
    try {
      MyAgency mya = new MyAgency();
      Registry registry = LocateRegistry.getRegistry();
      registry.rebind("agency", mya);
    } catch (Exception e) {
      e.printStackTrace();
    }
  }
}
```

Agent példa: *Client*

```
public class Client {
    static public void main(String[] args) {
        try {
            Registry registry =
                LocateRegistry.getRegistry();
            Agency agency =
                (Agency)registry.lookup("agency");
            MyAgent a = new MyAgent();
            a = (MyAgent)agency.accept(a);
            a.bar();
            a = (MyAgent)agency.accept(a);
            a.bar();
        } catch (Exception e) {e.printStackTrace();}
    }
}
```

Agent példa futtatás

Agent példa, genericitás

```
public interface Agency extends Remote {
    public <A extends Agent> A accept(A a)
        throws RemoteException;
}
```

```
public class MyAgency implements Agency {
    public <A extends Agent> A accept(A a)
                throws RemoteException {
        System.out.println("Accepting agent");
        a.run();
        System.out.println("Done.");
        return a;
    }
    ...
}
```

Kódmigráció (dynamic class loading)

- Klasszikus példa: *applet*
- RMI hívás során is automatikusan
- Az elérhető bytecode-ok helyét meg kell adni
  - **`-Djava.rmi.server.codebase=<URL>`**
  - Az URL-nek a kliens számára kell érthetőnek lennie
  - A kliens oldali *ClassLoader* innen tudja, hogy honnan töltse be a hiányzó osztályokat
- Java 1.5 óta a stub-ok is ezzel a technikával kerülnek át

Kódmigráció 2

- A marshalling során a codebase leírás is átmegy
- Az osztálybetöltés menete
  - lokális osztályok között keresünk
    - ebben a korábban dinamikusan átküldött osztályok is benne vannak!
  - a **`java.rmi.server.codebase`** property-ben megadott helyeken keres
  - hibát jelez

Kódmigráció: ha hiba történt

- Szerver oldal, regisztrálás során:

```
java.rmi.ServerException: RemoteException occurred in
server thread; nested exception is:
        java.rmi.UnmarshalException: error unmarshalling
arguments; nested exception is:
        java.lang.ClassNotFoundException: Agency
...
Caused by: java.rmi.UnmarshalException: error
unmarshalling arguments; nested exception is:
        java.lang.ClassNotFoundException: Agency
        at
sun.rmi.registry.RegistryImpl_Skel.dispatch(Unknown
Source)
...
```

Kódmigráció: ha hiba történt

- Kliens oldal, visszatérési érték

```
java.rmi.UnmarshalException: Return value class not
found; nested exception is:
      java.lang.ClassNotFoundException: MyImpl_Stub
      at
sun.rmi.registry.RegistryImpl_Stub.lookup(RegistryImpl_S
tub.java:109
      at java.rmi.Naming.lookup(Naming.java:60)
      at RmiClient.main(MyClient.java:28)
```

Mitől ügynök az ügynök?

- Aktív és autonóm
  - saját szálon fut
  - a döntéseit maga hozza
  - a környezet figyelembevételével
- Kapcsolatképes (reaktív)
  - más ügynökökkel kommunikálhat
- Tanulékony
  - a tapasztalatait összegzi
- Mobil
  - képes az ügynökségek közötti közlekedésre

Hogyan érkezik az ügynök?

- hogyan inicializálódik
  - **`void init()`** metódus
  - elég-e a **`run()`** metódus ehhez?
- hogyan regisztrál
  - ügynökség automatikusan regisztrálja
  - neki kell regisztrálni
- hogyan állítja be a jogosultságokat
  - mit tehet az ügynök
  - mit tehetnek vele mások

Hova menjen az ügynök?

- Itinerary minta
  - az ügynök magával visz egy **`Itinerary`** objektumot
  - megadja az ügynök útvonalát
  - **`getNextAgency()`**
    - referencia
    - név
    - küldheti is az ügynököt
- On-the-fly döntés
  - Itinerary módosításával vagy önállóan

Hogyan távozik az ügynök?

- magától megy tovább
  - egyszerű eset
  - az ügynök felkészülhet a távozásra
- ügynökség (esetleg itinerary) küldi
  - bonyolult eset
  - megszakítható-e a **`run()`** metódus
  - **`finalize()`**-szerű jelzés kellhet
  - dönthet-e az ügynök, ha még lenne dolga
  - **`goTo(Agency a)`** metódus

Kivel kommunikál?

- Ügynökséggel
  - **`static Agency Agency.getLocalAgency()`**
  - hoszt neve
  - a lokálisan elérhető többi ügynök lekérése
  - proxy regisztrálása
- Más ügynökökkel
  - ügynökségtől kéri el
  - viszi magával a proxy referenciákat
- Fontos a megbízhatóság
  - jogosultságok kezelésével

Hogyan érhető el?

- Lokálisan
  - ügynökségen keresztül
  - a fogadott ügynökök láthatják egymást
  - fontos a hozzáféréskezelés
- Távolról
  - proxy objektumokat hagy hátra
  - ezeknek jelzi, ha mozgott
  - a távoli klienseknek nem kell ismerni az aktuális pozícióját

Megoldandó problémák

- Classloading
  - hogyan távolítjuk el a távozó ügynök bytecode-ját?
- Biztonság
  - ügynökség: kinek engedjük meg a belépést
  - ügynök: kinek milyen módosításokat engedünk
  - rendszer: az ügynök milyen erőforrásokat használhat
  - SecurityManager módosításával finomhangolható
- Hálózati hibák kezelése
  - mi lesz az ügynökkel, ha migráció közben leáll a fogadó gép?

Előnyök

- Számítás adatokhoz küldése
  - hálózati forgalom csökken
- Aszinkron végrehajtás
  - pl. GRID rendszerekben
- Dinamikus adaptáció
  - a fogadó rendszer állapotától függő végrehajtás
- Hálózati hibák elviselése
  - szétcsatolt működés, nem kell folyamatos kliens-szerver kapcsolat
- Rugalmas karbantartás
  - a működés módosításához elég az ügynököt átküldeni

Tipikus használat

- Erőforráskezelés
  - rendelkezésreállás (availability)
  - felkutatás (discovery)
  - monitorozás (monitoring)
- Információgyűjtés
  - pl. egy kép adatbázisból egy adott feltételnek megfelelő képek kigyűjtése
  - cél a hálózati forgalom csökkentése

Tipikus használat 2

- Hálózati felügyelet
  - az erőforráskezelés egy speciális esete
  - nem csak a statikus (lokális), hanem a dinamikus (migráció során szerzett) információk feldolgozása
- Dinamikus szoftvertelepítés
  - távoli felügyelethez ideális
  - nincs szükség a hoszt gép rendszerének módosítására
  - a portabilitás nő, rendszerkövetelmények kevésbé szigorúak

RMI: futás közbeni aktiválás

- Csak akkor példányosodik, ha meghívják
  - a stub-jai léteznek
  - nem foglalja az erőforrásokat
- Perzisztencia-képes
  - két példányosodás közben nem vesznek el az adatai

Futás közbeni aktiválás

- **`java.rmi.activation`** package
- **`Activatable`** osztály
  - öröklés
    - **`Activatable(ActivationID id, MarshalledObject data)`**
  - statikus metódusok használata
    - **`exportObject(...)`**
- Activation csoport és leíró készítése
- rmid démon

Interfész és implementáció

```
public interface Hello extends Remote {
    public String sayHello(String s) throws RemoteException;
}
```

```
public class HelloImpl extends Activatable
implements Hello {
  public HelloImpl(ActivationID id,
    MarshalledObject data) throws RemoteException {
    super(id, 0);
    // perzisztencia a data paraméter segítségével
  }
  public String sayHello(String s) throws RemoteException {
    System.out.println(s);
    return (new java.util.Date())+": "+s;
  }
}
```

Szerver oldali exportálás

```
public class Server {
  public static void main(String[] args)
    throws Exception {

    if (System.getSecurityManager() == null) {
      System.
      setSecurityManager(new SecurityManager());
    }

    String implClass = "HelloImpl";
    String implCodebase = "file:/server/";
    ...
```

Szerver oldali exportálás

```
...
Properties props = new Properties();
props.put("java.security.policy",
          "file:/server/policy");
props.put("impl.codebase", implCodebase);

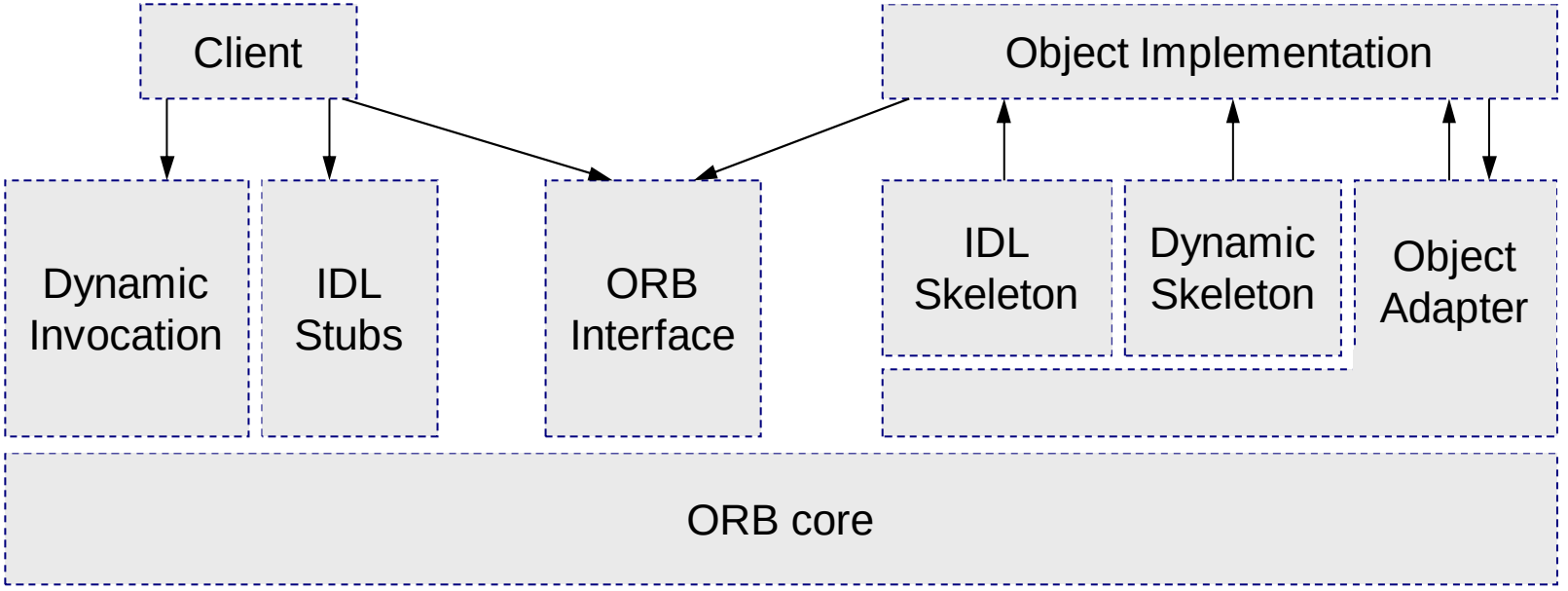
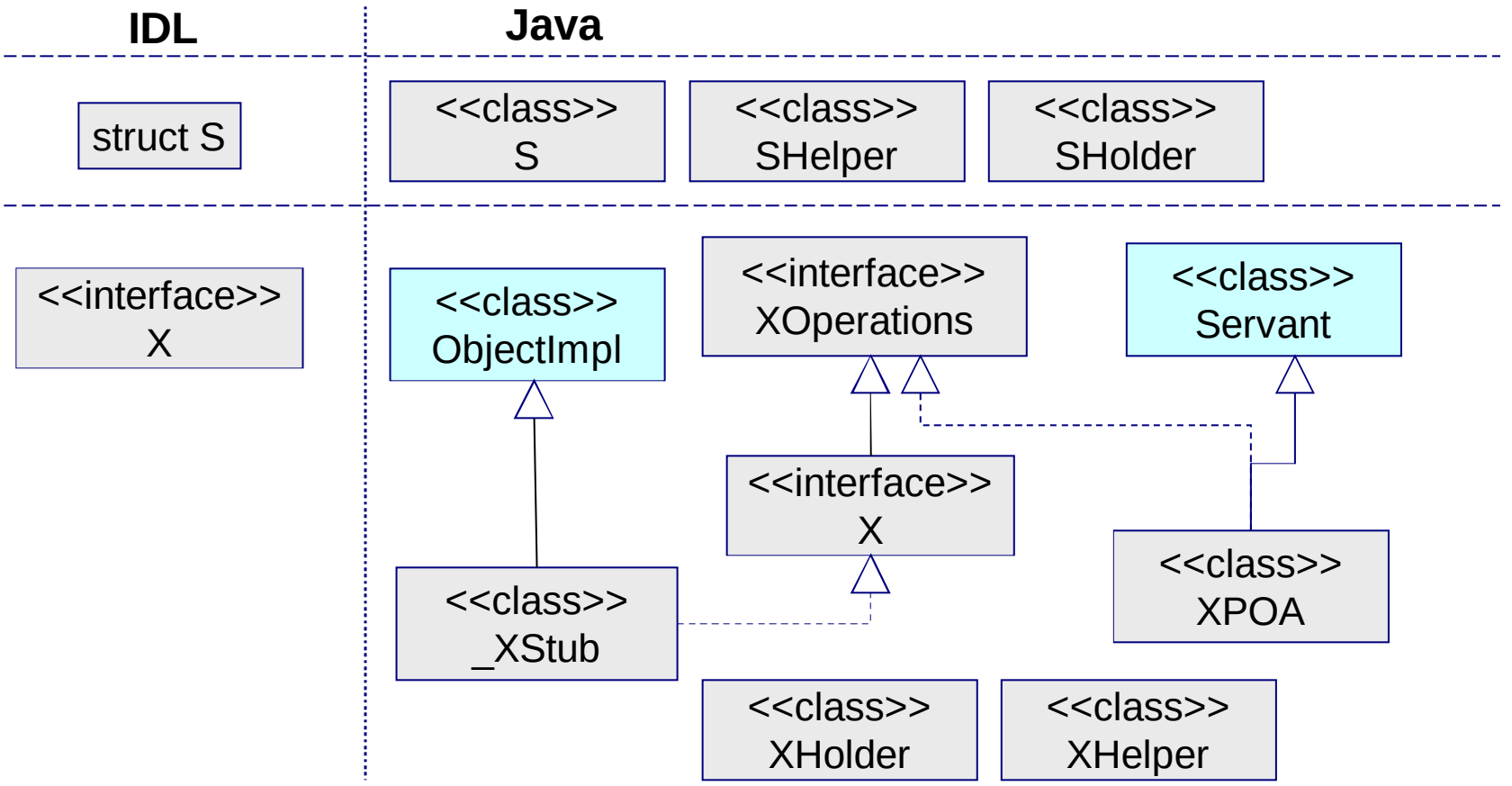
ActivationGroupDesc groupDesc =
  new ActivationGroupDesc(props, null);

ActivationGroupID groupID = ActivationGroup.
  getSystem().registerGroup(groupDesc);
...
```

Szerver oldali exportálás

```
    ...
    MarshalledObject data = null;
    ActivationDesc desc =
      new ActivationDesc(groupID, implClass,
                         implCodebase, data);

    Remote stub = Activatable.register(desc);

    String name = "hello";
    LocateRegistry.getRegistry().rebind(name, stub);
  }
}
```

Kliens oldali hívás

```
public class Client {
  static public void main(String[] args) {
    try {
      Registry registry =
        LocateRegistry.getRegistry();
      Hello hello = (Hello)registry.lookup("hello");

      String s = hello.sayHello("Hello RMI!");
      System.out.println(s);

    } catch (Exception e) {
      e.printStackTrace();
    }
  }
}
```

Aktiváló démon indítása

- A kliens hívásakor
  - ha létezik a távoli objektum
    - a hívás lezajlik a szokott módon
  - ha nem létezik az objektum
    - a stub a megadott aktivátorhoz fordul
    - amely az objektumot példányosítja és továbbítja a hívást
- A démon indítása
  - `rmid -J-Djava.security.policy=policyFile`
- A démonnak már futnia kell az exportáláskor

Aktiválás példa futtatása

CORBA

CORBA alapok

- Nyelvfüggetlen
  - C, C++, Java, COBOL, Ada, ...
- Szállítófüggetlen
  - IONA, Sun, OpenORB, TAO, ...
- Operációsrendszer-független
  - Windows *, Linux, Solaris, ...

CORBA alapok

- Common Object Request Broker Architecture
  - elosztott objektum-orientált architektúra
  - RPC objektumorientált környezetben
  - OMG szabvány, széleskörű támogatás
- Cél: platform- és nyelvfüggetlen kommunikáció
  - szabványos adatátvitel
    - mindenki ugyanazt értse egy átvitt típusú adaton
  - szabványos végpont-elérés
    - az objektumok megszólítása, referálása azonos legyen
  - szabványos implementációs csatlakozás
    - ha ORB-t váltunk, ne kelljen semmit újraírni

CORBA alapok 2

- Hálózati protokoll
  - GIOP: általános protokoll (pl. double sorosítása)
  - IIOP: TCP/IP specialitások kezelése (pl. socket)
- Interfész leírás
  - mindenki számára ugyanazt jelentse → IDL
- Programnyelvi leképzés
  - mindenki a saját nyelvén tudjon hozzáférni a többiek objektumaihoz, implementálni sajátot
- Szolgáltatások
  - gyakori problémákra szabványos megoldások

CORBA alapok 3



Interface Description Language

- C++-hoz hasonló nyelv
  - C, C++, Java háttérrel könnyű megtanulni
- IDL-ben adjuk meg
  - az interfészeket
  - a metódusokat
  - az adatstruktúrákat
- Csak leírás, implementáció nem
  - implementációk saját nyelven

IDL példa

```
module Math {
        struct Complex {
                double re;
                double im;
        };
        typedef sequence<Complex> complexSeq;
        interface Calculator {
                exception DivByZero {};
                Complex sum(in complexSeq cs);
                Complex prod(in complexSeq cs);
                Complex div(in Complex c1, in Complex c2)
                        raises (DivByZero);
                void normalize(inout Complex c);
        };
};
```

IDL jellemzői

- Névterek
  - modulok és interfészek, fa szerkezet
- Többféle típus
  - **primitív**: char, octet, boolean, short, long, double, …
  - **összetett:** enum, string, struct, union, sequence, array, valuetype, exception, …
- 3 féle paraméterátadás
  - *in*: csak oda
  - *inout*: oda-vissza
  - *out*: csak vissza

IDL és a natív nyelv

- IDL interfészeket le kell fordítani
  - implementáció natív nyelven
    - tipikusan natív metódusok felüldefiniálásával
  - hívás natív nyelven
    - natív objektumként viselkedő stub-okon
  - adattípusok natív megfelelőivel
  - a kliens és a szerver mind a saját natív típusait használja
  - bizonyos IDL konstrukciók csak körülményesen használhatók
    - pl. Java-ban *enum*, *inout* paraméterek, *union*

IDL és a natív nyelv 2

- Szabványos leképzés több nyelvre
  - Ada, C, C++, COBOL, Java, Lisp, PL/I, Python, Smalltalk
- Nem szabványos leképzés szinte minden nyelvre
- A nyelvfüggetlenség miatt sok megkötés az IDL nevek használatában
  - kis-nagybetűk
  - névtér neve tiltva a névtér egyszeres mélységében

IDL fordítása Java-ra



IDL fordítása Java-ra 2

- *SHelper*
  - segédfüggvények
    - CORBA marshallinghoz
    - általános Any típusba csomagoláshoz
- *SHolder*
  - segédosztály az **inout** és **out** paraméterekhez
  - Java-ban csak referencia-átadás, így wrapper kell
    - **`value`** attribútumban az **`S`** érték

CORBA példa 1 (interface)

```
// hello.idl
interface Hello {
    string sayHello(in string s1,
                    inout string s2);
};
```

```
// HelloOperations.java
public interface HelloOperations {
    String sayHello (String s1,
                     StringHolder s2);
}
```

CORBA példa 2 (client stub)

```
public interface Hello
extends HelloOperations,
org.omg.CORBA.Object,
org.omg.CORBA.portable.IDLEntity
{} // gyűjtő interfész
```

```
public class _HelloStub
extends ObjectImpl
implements Hello {
  public String sayHello (String s1,
                          StringHolder s2) {
      // marshalling, invoke, unmarshall
  }
  ...
}
```

CORBA példa 3 (server skeleton)

```
public abstract class HelloPOA extends Servant
implements HelloOperations, InvokeHandler
{
  public OutputStream
  _invoke (String method, InputStream in,
           ResponseHandler rh) {
      //delegálja a hívást a leszármazotthoz
  }

  public Hello _this() {...} // aktiválás
  public Hello _this(ORB orb) {...}
  ...
}
```

Szerver oldal

- Az ***X*POA** osztálytól kell örököltetni a szervantot
  - az **XOperations**-ben definiált metódusokat kell felüldefiniálni

```
public class MyHello extends HelloPOA{
    public String sayHello(String s1,
                           StringHolder s2){
       System.out.println(s1+s2.value);
       s2.value = s1+" "+s2.value;
       return s1+" vissza";
    }
}
```

Szerver oldal 2

- A szervantot a **`_this()`** metódussal lehet a legegyszerűbben aktiválni
  - visszatérési érték a stub
  - ez már átadható CORBA metódushívással

```
...
    MyHello mh = new MyHello();
    Hello h = mh._this();
...
```

POA

- *Portable Object Adapter*
- Célja, hogy a szervant újraírása nélkül ORB implementációt lehessen váltani
  - korábban Basic Object Adapter (BOA)
    - nem szabványos megoldások
    - váltáskor módosítani kellett a szervant kódját
- Feladata
  - szervantok aktiválása
    - explicit és implicit, akár hívás közben
  - kérések szervanthoz juttatása

POA 2

- Szabványos, IDL-ben specifikált metódusok
  - szabványos működés
    - az metódusok szemantikája rögzített
  - policy-kel szabályozható
    - pl. szálkezelés, élettartam, szervantok elérése
- Nyelvi sajátosságok a nyelvi mappingben specifikálva
  - szervantokhoz való csatlakozás, interfészek
  - memóriakezelés, referenciák

Kliens oldal

- Az objektumot a stub-on keresztül érjük el
  - natív hívásokkal
  - natív típusokkal
  - natív kivételekkel
- Nincs távoli referenciaszámlálás
  - a stub megszűnése nem látszik szerver oldalon
  - a szervant megszűnése nem hat a stub-ra

Szabványos szolgáltatások

- Gyakran előforduló problémák
  - pl. üzenetküldés, objektum-keresés
- Szabványos megoldás (OMG)
  - IDL-ben specifikált interfész
  - bárki bármelyik implementációt használhatja
- Normális CORBA szerverként futnak
  - elérésük, használatuk a szabványos CORBA szintaxis és szemantika szerinti

Szabványos szolgáltatások 2

- Naming Service
  - névszolgáltatás: név alapú keresés
  - white pages
- Trading Service
  - szolgáltatás típusok alapján keresés
  - yellow pages
- Event és Notification Service
  - eseményátadás, szétcsatolt kommunikáció
- Collection, Concurrency, Time, Transaction stb.

CORBA Naming Service

Naming Service alapok

- Név – elem párok
- Hierarchikus névtér
  - context – „directory”
  - object – „file”
- Összekapcsolás
  - context maga is távoli objektum
  - más naming service alkalmazás belinkelhető

CORBA Trading Service

Trading Service alapok

- Naming Service
  - white pages
  - név → referencia
- Trading Service
  - yellow pages
  - szolgáltatás → referencia lista

Trading Service fogalmak

- ServiceType – szolgáltatás típusa
  - név
  - interfész
  - attribútumok (properties)
- Offer – ajánlat
  - konkrét referencia
  - konkrét attribútum-értékek

Trading Service alapfogalmak 2

- Service Type ↔ SQL tábla
  - kötelező elem a CORBA interfész
- Offer ↔ SQL tábla egy sora
  - kötelező elem a referencia
- Keresés ↔ SQL query
  - megadható, hogy egy szolgáltatástípusban milyen konkrét attribútumértékű ajánlatolat keresünk
  - ```
    select REFERENCE, ATTRIBUTE*
    from SERVICE_TYPE
    where EXPRESSION
    ```
    ```

Példa szolgáltatás

```
//IDL
interface PI {
        string getValue();
};
```

```
//STDL
service PiService {
        interface PI;
        property short digits;
};
```

```
//SQL
create table PiService (
        _reference PI,
        digits short
);
```

Trader Use-case-ei

- Ajánlatok kezelése
  - publikálás: „*insert*”
  - módosítás: „*update*”
  - törlés: „*delete*”
  - keresés: „*select*”
- Trader attribútumok állítása
  - számosságok (search, match, return)
  - kéréstovábbítás

Összekapcsolt traderek

- Különböző helyen futó traderek összekapcsolhatók
  - federation, link
- Az egyikben kezdeményezett keresés a többibe továbbadódhat
- A kapcsolat egyirányú
- A kapcsolat beállítása lehet
  - **local_only**: csak az aktuális traderben keresünk
  - **if_no_local**: ha az aktuálisban nincs, mehet tovább
  - **always**: minden elérhető traderben keresünk

CORBA Event Service

Bevezetés

- Alap CORBA kommunikáció
  - erős csatolás
  - egy-egy kommunikáció
- Néha nagyobb szétcsatolás kell
  - esemény-alapú kommunikáció
  - több-több kommunikáció
- Ezt támogatja az Event Service

Event Service alapok

- Szerepek
  - **termelő** (supplier) termeli az eseményeket
  - **fogyasztó** (consumer) dolgozza fel
- Kommunikációs modell
  - push modell:
    - termelő kezdeményez
    - fogyasztó passzív
  - pull modell
    - termelő passzív
    - fogyasztó kezdeményez

Modellek implementálása

- Push modell
  - termelő, ha van új esemény, meghívja a fogyasztó *push* metódusát
  - a fogyasztó a *push* metódust implementálja és vár
- Pull modell
  - a fogyasztó, ha eseményt szeretne, meghívja a termelő *pull* metódusát
  - termelő implementálja a *pull* metódust és vár

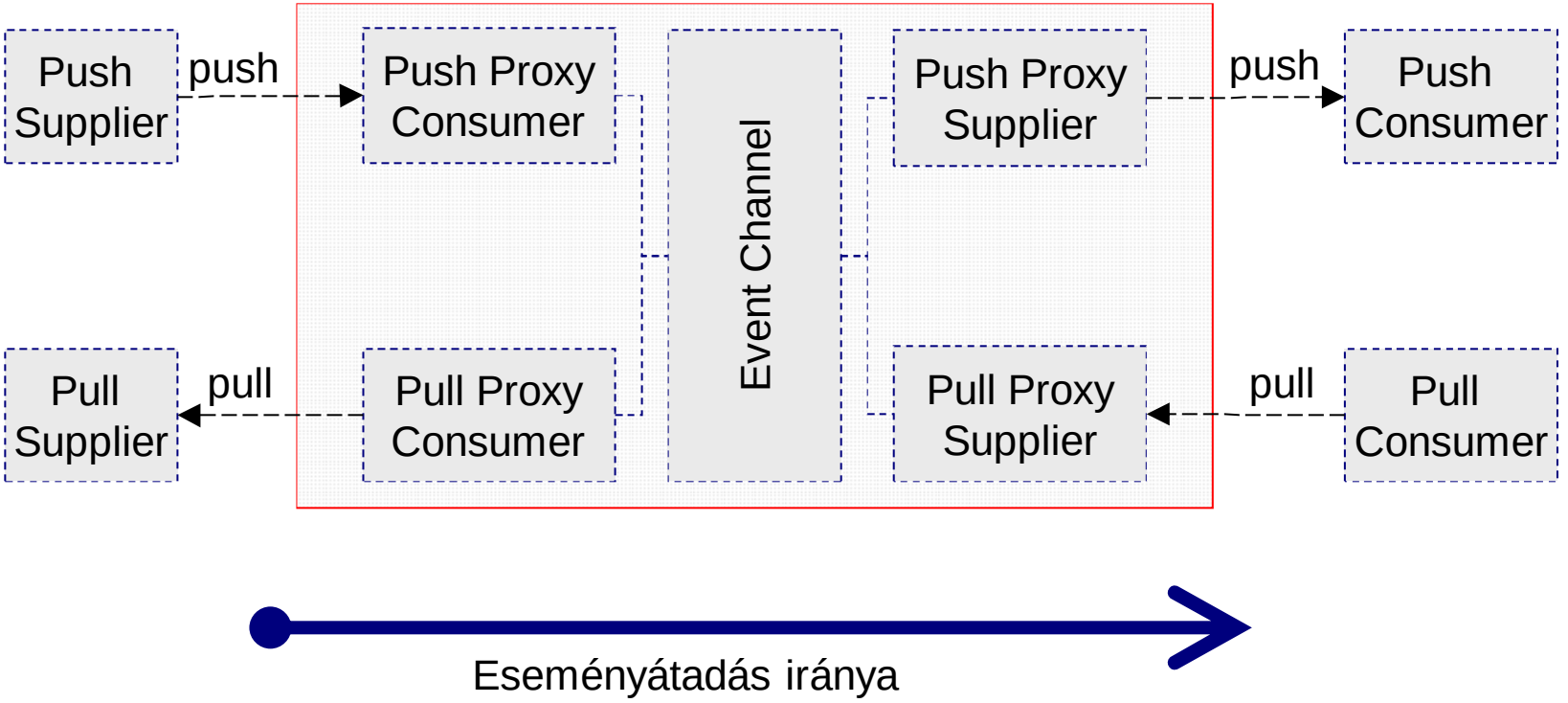
A csatorna

- Az eddigiek nem különböztek az egy-egy alapú CORBA kommunikációtól
  - push-pull eddig is ment
- A szétcsatoláshoz kell egy csatorna
  - többen csatlakozhatnak rá
  - nincs közvetlen kapcsolat termelők és fogyasztók között
  - nincs szükség másik oldali szereplőre
    - ilyenkor nincs hibajelzés
  - plusz szolgáltatásokat nyújthat

A csatorna 2

- A csatlakozáshoz proxy kell
  - interfészt nyújt (push-pull)
    - a termelő felé fogyasztóként
    - a fogyasztó felé termelőként viselkedik
  - tárolja a felgyűlt üzeneteket
    - pufferelés
- A kommunikációs modellek keverhetők

A csatorna modellje



A proxy-k

- A supplier proxy-k saját FIFO pufferrel rendelkeznek
  - ha tele van a puffer, az új esemény bekerül, a legrégebbit eldobja
- A **push consumer proxy** a *push* hatására a csatornához továbbítja az eseményt
- A **push supplier proxy** a következő eseményt push hívással adja át a fogyasztónak
- A **pull supplier proxy** a pull hatására vagy ad egy új eseményt a pufferből, vagy blokkol
- A **pull consumer proxy** pull hívással kér új eseményt a termelőtől

Notification Service

- Plusz szolgáltatások
  - csatorna-factory
  - események szűrése
  - QoS
    - garantált átvitel
    - prioritás, időzítés, timeout
    - queue-length, max consumers, stb
  - NotifyPublish/Subscribe
    - feliratkozhatunk szolgáltatástípusok adására/vételére

Objektum-orientált tervezés

eXtensible Markup Language
(XML, namespaces, XSD)

Outline

- XML
- XML Namespaces
- XSD
- XML processing

eXtensible Markup Language (XML)

What is XML?

- eXtensible Markup Language
- Markup language like HTML
- Designed to carry data, not to display data
- Tags are not predefined, they are specific to the application that understands them
- Self-descriptive

XML vs. HTML

- XML is not a replacement for HTML
- XML and HTML were designed with different goals:
  - XML was designed to transport and store data, with focus on what data is
  - HTML was designed to display data, with focus on how data looks
- HTML is about displaying information, while XML is about carrying information

Simple example

- This is a message from Bob to Alice:

```
<message time="15:12">
   <to>Alice</to>
   <from>Bob</from>
   <subject importance="3">Hello</subject>
   <body>Hello, Alice!</body>
</message>
```

- It is just information
- The application has to understand it

XML tags are defined by the application

- XML tags are not defined by any standard
- XML has no predefined tags
- The application decides what tag names it uses
- The application decides the structure of the XML document
- The tags in HTML (e.g. <table>, <image>, etc.) are predefined: they must be understood by browsers
- XML does not replace HTML
- XML is for storing and transporting information

Parts of an XML document

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<message date="2013.09.18." time='15:12'>
  <to>Alice</to>
  <from>Bob</from>
  <!-- comment -->
  <subject importance="3">Hello</subject>
  <body>
    <line>Hello, Alice!</line>
    <line/>
    <line index="2">How <b>are</b> you?</line>
    <line index="3"/>
    <line>Bye, Bob</line>
  </body>
</message>
```

Parts of an XML document

XML declaration (this is metadata, not a tag)

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<message date="2013.09.18." time='15:12'>
  <to>Alice</to>
  <from>Bob</from>
  <!-- comment -->
  <subject importance="3">Hello</subject>
  <body>
    <line>Hello, Alice!</line>
    <line/>
    <line index="2">How <b>are</b> you?</line>
    <line index="3"/>
    <line>Bye, Bob</line>
  </body>
</message>
```

Parts of an XML document

root: opening tag

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<message date="2013.09.18." time='15:12'>
  <to>Alice</to>
  <from>Bob</from>
  <!-- comment -->
  <subject importance="3">Hello</subject>
  <body>
    <line>Hello, Alice!</line>
    <line/>
    <line index="2">How <b>are</b> you?</line>
    <line index="3"/>
    <line>Bye, Bob</line>
  </body>
</message>
```

root: closing tag

* There is exactly one root tag!
* tag=element

Parts of an XML document

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<message date="2013.09.18." time='15:12'>
  <to>Alice</to>
  <from>Bob</from>
  <!-- comment -->
  <subject importance="3">Hello</subject>
  <body>
    <line>Hello, Alice!</line>
    <line/>
    <line index="2">How <b>are</b> you?</line>
    <line index="3"/>
    <line>Bye, Bob</line>
  </body>
</message>
```

opening/ start tag

closing/ end tag

* Every opened tag must be closed!
* Tag names are case sensitive.

Parts of an XML document

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<message date="2013.09.18." time='15:12'>
  <to>Alice</to>
  <from>Bob</from>
  <!-- comment -->
  <subject importance="3">Hello</subject>
  <body>
    <line>Hello, Alice!</line>
    <line/>
    <line index="2">How <b>are</b> you?</line>
    <line index="3"/>
    <line>Bye, Bob</line>
  </body>
</message>
```

simple content: text

mixed content: subtags and text

Parts of an XML document

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<message date="2013.09.18." time='15:12'>
  <to>Alice</to>
  <from>Bob</from>
  <!-- comment -->
  <subject importance="3">Hello</subject>
  <body>
    <line>Hello, Alice!</line>
    <line/>
    <line index="2">How <b>are</b> you?</line>
    <line index="3"/>
    <line>Bye, Bob</line>
  </body>
</message>
```

empty tag

* Empty tags close themselves.
* They have no children, no content.

Parts of an XML document

root tag

child tags

sub-child tags

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<message date="2013.09.18." time='15:12'>
  <to>Alice</to>
  <from>Bob</from>
  <!-- comment -->
  <subject importance="3">Hello</subject>
  <body>
    <line>Hello, Alice!</line>
    <line/>
    <line index="2">How <b>are</b> you?</line>
    <line index="3"/>
    <line>Bye, Bob</line>
  </body>
</message>
```

* XML is a tree structure of tags. They must be properly nested. No overlapping!

Parts of an XML document

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<message date="2013.09.18." time='15:12'>
  <to>Alice</to>
  <from>Bob</from>
  <!-- comment --> comment
  <subject importance="3">Hello</subject>
  <body>
    <line>Hello, Alice!</line>
    <line/>
    <line index="2">How <b>are</b> you?</line>
    <line index="3"/>
    <line>Bye, Bob</line>
  </body>
</message>
```

Parts of an XML document

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<message date="2013.09.18." time='15:12'>
  <to>Alice</to>
  <from>Bob</from>
  <!-- comment -->
  <subject importance="3">Hello</subject>
  <body>
    <line>Hello, Alice!</line>
    <line/>
    <line index="2">How <b>are</b> you?</line>
    <line index="3"/>
    <line>Bye, Bob</line>
  </body>
</message>
```

attribute

name

value

* Attribute values must be quoted between either quotes (") or apostrophes (').

Names of tags and attributes

- can contain letters, numbers and other characters
- cannot start with a number or a punctuation character
- cannot start with the letters „xml” (also XML, Xml, etc.)
- cannot contain spaces (tab, new line, etc.) or colons (“:”)
- **best practice:**
  - use the english alphabet, numbers and underscores (e.g. book_title or BookTitle)
  - do not use dots (e.g. book.title) or dashes (e.g. book-title)

XML tags/elements

- Elements can contain:
  - other elements
  - attributes
  - text
  - or a mix of all of the above

XML attributes

- Attributes provide additional information about elements
- Usually this information is not part of the data
- There is no rule when to use attributes or names. All of these are allowed:

```
<message date="2013.09.18.">
  <to>Alice</to>
</message>
```

```
<message>
  <date>2013.09.18.</date>
  <to>Alice</to>
</message>
```

```
<message>
  <date>
    <year>2013</year>
    <month>09</month>
    <day>18</day>
  </date>
  <to>Alice</to>
</message>
```

XML attributes best practices

- Use attributes only when their value is metadata (not part of or relevant to the data to be stored). Example: identifiers

```
<body>
  <line id="525">Hello, Alice!</line>
  <line id="221">How are you?</line>
  <line id="312">Bye, Bob</line>
</body>
```

- Attributes cannot contain multiple values. Elements can.
- Attributes cannot contain structured values. Elements can.

XML content

- Element content or attribute value
- Can be any text
- But: “<” and “&” **must be** escaped
- Usually “<“, “>”, “&”, “‘” and “‘” should be escaped. Like this:

sign	escaping sequence
< (less than)	<
> (greater than)	>
& (ampersand)	&
“ (quotation mark)	"
‘ (apostrophe)	'

- Examples:

```
<line>count < 100</line>
<line>count &lt; 100</line>
<line name="my "name"">hello</line>
<line name='my "name"'>hello</line>
<line name="my &qout;name=&qout;">hello</line>
```

error

OK

XML: well formed vs. valid

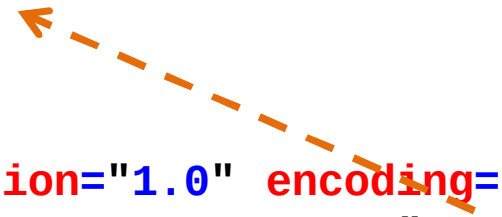
- Well formed XML: has the correct syntax (what we have talked about until now)
  - exactly one root element
  - elements are closed and nested properly
  - element names are case-sensitive
  - attribute values are quoted
- Valid XML: well formed and conforms to a document that describes *the structure and the type* of elements and attributes in the XML document

Valid XML

- Earlier we saw: tags are not predefined, they are specific to the application that understands them
- The application can specify these tags and their structure, so that the XML can be validated
- The specification is another document. It can be one of the following:
  - DTD = Document Type Definition
  - XSD = XML Schema Definition

DTD = Document Type Definition

```
<!DOCTYPE message
[
  <!ELEMENT message (to,from,subject,body)>
  <!ELEMENT to (#PCDATA)>
  <!ELEMENT from (#PCDATA)>
  <!ELEMENT subject (#PCDATA)>
  <!ELEMENT body (line*)>
  <!ELEMENT line (#PCDATA)>
]>
```



```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!DOCTYPE message SYSTEM "Message.dtd">
<message>
  <to>Alice</to>
  <from>Bob</from>
  <subject>Hello</subject>
  <body>
    <line>Hello, Alice!</line>
    <line>How are you?</line>
    <line>Bye, Bob</line>
  </body>
</message>
```

XSD = XML Schema Definition

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  xmlns:tns="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  elementFormDefault="qualified">
  <xs:element name="message" type="tns:messageType"/>
  <xs:complexType name="messageType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="to" type="xs:string"/>
      <xs:element name="from" type="xs:string"/>
      <xs:element name="subject" type="xs:string"/>
      <xs:element name="body" type="tns:bodyType"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="bodyType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="line" type="xs:string"
                  minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
```

XML Namespaces

Conflicting tag names

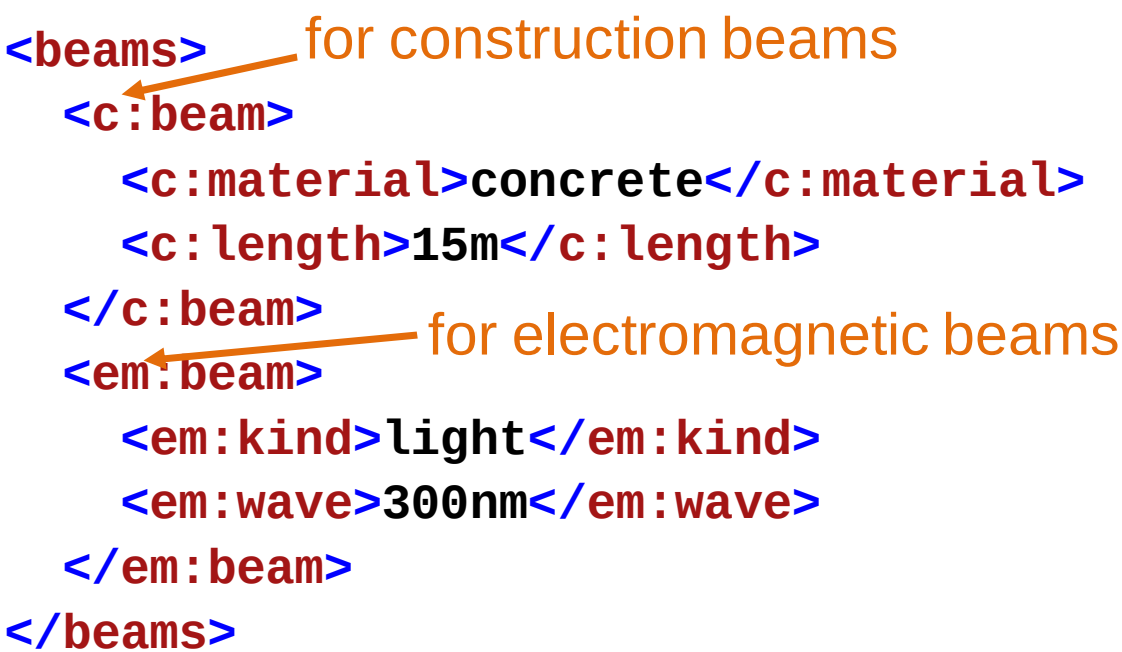
- What if we want to use the same tag names with different contents and/or meanings in the same XML?
- Examples:

```
<beams>
  <beam>
    <material>wood</material>
    <length>10m</length>
  </beam>
  <beam>
    <material>concrete</material>
    <length>15m</length>
  </beam>
</beams>
```

```
<beams>
  <beam>
    <kind>light</kind>
    <wave>300nm</wave>
  </beam>
  <beam>
    <kind>laser</kind>
    <wave>500nm</wave>
  </beam>
</beams>
```

XML name prefix

- Name conflicts can be resolved by a prefix
- E.g.:



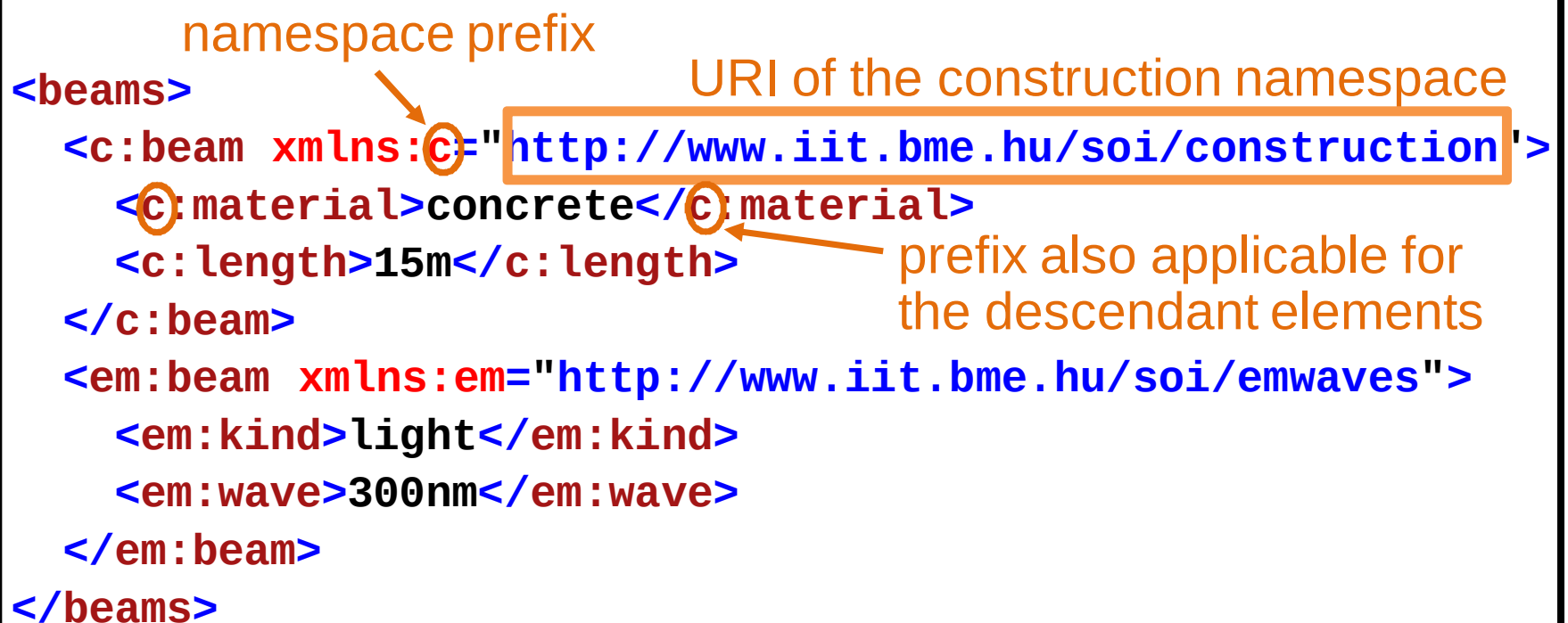

```
<beams>
  <c:beam>
    <c:material>concrete</c:material>
    <c:length>15m</c:length>
  </c:beam>
  <em:beam>
    <em:kind>light</em:kind>
    <em:wave>300nm</em:wave>
  </em:beam>
</beams>
```

XML namespaces

- For each prefix, a namespace has to be defined
- The namespace for the prefix is defined as an attribute on an XML tag like this: xmlns:prefix="URI“
- The name of the prefix is arbitrary
- The namespace URI is what counts. This identifies the namespace

XML namespaces

- Example:




```
<beams>
  <c:beam xmlns:c="http://www.iit.bme.hu/soi/construction">
    <c:material>concrete</c:material>
    <c:length>15m</c:length>
  </c:beam>
  <em:beam xmlns:em="http://www.iit.bme.hu/soi/emwaves">
    <em:kind>light</em:kind>
    <em:wave>300nm</em:wave>
  </em:beam>
</beams>
```

Namespace URI

- It is just an identifier
- It does not point anywhere
- Some companies may use namespace URIs to point to their websites
- Some standards may use namespace URIs to point to the standards' websites
- But this is not a rule, just a coincidence

XML namespaces

- Namespaces can be declared in the elements they are used
- Or in an ancestor element
- Even in the root tag:

```
<beams xmlns:c="http://www.iit.bme.hu/soi/construction"
       xmlns:em="http://www.iit.bme.hu/soi/emwaves">
  <c:beam>
    <c:material>concrete</c:material>
    <c:length>15m</c:length>
  </c:beam>
  <em:beam>
    <em:kind>light</em:kind>
    <em:wave>300nm</em:wave>
  </em:beam>
</beams>
```

Prefix name

- The prefix name is arbitrary
- The same namespace URI can be assigned to multiple prefixes at the same time:

```
<beams xmlns:c1="http://www.iit.bme.hu/soi/construction"
       xmlns:c2="http://www.iit.bme.hu/soi/construction"
       xmlns:em="http://www.iit.bme.hu/soi/emwaves">
  <c1:beam>
    <c2:material>concrete</c2:material>
    <c3:length
         xmlns:c3="http://www.iit.bme.hu/soi/construction">
      15m
    </c3:length>
  </c1:beam>
  <em:beam>
    <em:kind>light</em:kind>
    <em:wave>300nm</em:wave>
  </em:beam>
</beams>
```

Prefix name

- Prefix names can be redefined in a descendant element to denote another namespace:

```
<beams xmlns:b="http://www.iit.bme.hu/soi/construction">
  <b:beam>
    <b:material>concrete</b:material>
    <b:length>15m</b:length>
  </b:beam>
  <b:beam xmlns:b="http://www.iit.bme.hu/soi/emwaves">
    <b:kind>light</b:kind>
    <b:wave>300nm</b:wave>
  </b:beam>
</beams>
```

Default namespace

- If the prefix name is omitted, the namespace URI will be the default namespace for the defining element and for all of its descendants:

```
<beams>
  <beam xmlns="http://www.iit.bme.hu/soi/construction">
    <material>concrete</material>
    <length>15m</length>
  </beam>
  <beam xmlns="http://www.iit.bme.hu/soi/emwaves">
    <kind>light</kind>
    <wave>300nm</wave>
  </beam>
</beams>
```

XML Schema Definition (XSD)

XML Schema

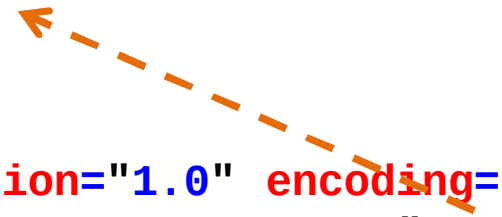
- XML schema defines:
  - elements that can appear in a document
  - attributes that can appear in a document
  - which elements are child elements
  - the order of child elements
  - the number of child elements
  - whether an element is empty or can include text
  - data types for elements and attributes
  - default and fixed values for elements and attributes

XML Schema vs. DTD

- XML schema is better than DTD because:
  - it is extensible to future additions
  - it is richer and more powerful than DTDs
  - it is written in XML
  - it supports data types
  - it supports namespaces

DTD = Document Type Definition

```
<!DOCTYPE message
[
  <!ELEMENT message (to,from,subject,body)>
  <!ELEMENT to (#PCDATA)>
  <!ELEMENT from (#PCDATA)>
  <!ELEMENT subject (#PCDATA)>
  <!ELEMENT body (line*)>
  <!ELEMENT line (#PCDATA)>
]>
```



```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!DOCTYPE message SYSTEM "Message.dtd">
<message>
  <to>Alice</to>
  <from>Bob</from>
  <subject>Hello</subject>
  <body>
    <line>Hello, Alice!</line>
    <line>How are you?</line>
    <line>Bye, Bob</line>
  </body>
</message>
```

XSD = XML Schema Definition

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  xmlns:tns="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  elementFormDefault="qualified">
  <xs:element name="message" type="tns:messageType"/>
  <xs:complexType name="messageType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="to" type="xs:string"/>
      <xs:element name="from" type="xs:string"/>
      <xs:element name="subject" type="xs:string"/>
      <xs:element name="body" type="tns:bodyType"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="bodyType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="line" type="xs:string"
                  minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
```

XSD root element: <schema>

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  xmlns:tns="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  elementFormDefault="qualified">
  ...
  ...
</xs:schema>
```

XSD root element: <schema>

Namespace for the XML schema definition

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  xmlns:tns="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  elementFormDefault="qualified">
  ...
  ...
</xs:schema>
```

Prefix for the XML schema definition elements

The root also belongs to the XML schema definition

XSD root element: <schema>

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  xmlns:tns="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  elementFormDefault="qualified">
  ...
  ...
</xs:schema>
```

This is “our” namespace:

this is the namespace where the elements and types we define in this XML schema will be belonging to

XSD root element: <schema>

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  xmlns:tns="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  elementFormDefault="qualified">
  ...
  ...
</xs:schema>
```

We also assign a prefix to our namespace so that we can reference the elements and types we define in this XML schema definition

XSD root element: <schema>

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  xmlns:tns="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  elementFormDefault="qualified">
  ...
  ...
</xs:schema>
```

This means that the elements in the XML document described by this schema must be namespace qualified.

Types that can be defined in an XSD

- Simple types
  - elements
  - attributes
  - restrictions
- Complex types
  - elements
  - empty elements
  - text content
  - mixed content
  - any content

Elements with simple types

- These elements can contain only text conforming to the type defined for the elements
- Examples:

XSD prefix

XSD prefix: this means that this type is a built-in type in XSD

```
<xs:element name="first_name" type="xs:string"/>
<xs:element name="age" type="xs:int"/>
<xs:element name="birth_date" type="xs:date"/>
```

- Examples for the XML described by the XSD:

```
<first_name>Bob</first_name>
<age>27</age>
<birth_date>1986.08.11.</birth_date>
```

Built-in simple types

- Some simple built-in types in XSD are:
  - xs:string
  - xs:decimal
  - xs:integer
  - xs:boolean
  - xs:date
  - xs:time

Default and fixed values for elements

- Elements can have default values
  - XSD:

```
<xs:element name="count" type="xs:int" default="100"/>
```

  - XML:

```
<count/>
<count>200</count>
```

value: 100

value: 200

- And fixed values:
  - XSD:

```
<xs:element name="lang" type="xs:string" fixed="us"/>
```

  - XML:

```
<language>us</language>
<language>de</language>
```

value: us

ERROR!

Attributes with simple types

- Attributes must always have simple types
- The value of the attribute must conform to its type
- Attributes can only be defined for complex elements
- XSD:

```
<xs:element name="person">
  <xs:complexType>
    <xs:attribute name="first_name" type="xs:string"/>
    <xs:attribute name="age" type="xs:int"/>
    <xs:attribute name="birth_date" type="xs:date"/>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

- XML:

```
<person first_name="Bob" age="27"
        birth_date="1986.08.11."/>
```

Default and fixed values for attributes

- Attributes can have default values
  - XSD:

```
<xs:attribute name="count" type="xs:int" default="100"/>
```

  - XML:

```
<list/>
<list count="200"/>
```

value of the count attribute: 100

value: 200

- And fixed values:
  - XSD:

```
<xs:attribute name="lang" type="xs:string" fixed="us"/>
```

  - XML:

```
<book lang="us"/>
<book lang="de"/>
```

value: us

ERROR!

Required attributes

- Attributes are optional by default
- To make them required:
  - XSD:

required attribute

```
<xs:attribute name="count" type="xs:int" required="true"/>
```

  - XML:

```
<list/>
<list count="200"/>
```

ERROR!

OK

Restrictions on values

- The interval of values can be specified:
  - XSD:

```
<xs:element name="age">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:integer">
      <xs:minInclusive value="0"/>
      <xs:maxInclusive value="120"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

  - XML:

```
<age>27</age>
<age>-13</age>
<age>214</age>
```

OK

ERROR!

Restrictions on a set of values

- The set of values can be specified:
  - XSD:

```
<xs:element name="color">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:enumeration value="red"/>
      <xs:enumeration value="green"/>
      <xs:enumeration value="blue"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

  - XML:

```
<color>red</color>
<color>yellow</color>
```

OK

ERROR!

Naming and reusing types (simple and complex types)

reference to our own type

```
<xs:element name="color" type="tns:colorType"/>
```

the prefix refers to our namespace since the type is defined in our namespace

The name of our own type.

Remember: it is defined in our targetNamespace!

```
<xs:simpleType name="colorType">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="red"/>
    <xs:enumeration value="green"/>
    <xs:enumeration value="blue"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
```

Restrictions

- There are also other kind of restrictions:
  - intervals
  - set of values
  - number format (digits and decimal places)
  - length of the content
  - regular expression

Complex elements

- Complex elements can contain:
  - child elements
  - attributes
  - text
  - mix of all of the above

Child elements: sequence

- XSD:

```
<xs:element name="person">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
      <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
      <xs:element name="age" type="xs:int"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

the order of the elements is important

- XML:

```
<person>
    <firstname>John</firstname>
    <lastname>Schmidt</lastname>
    <age>58</age>
</person>
```

child elements: only in this order

Child elements: choice

- XSD:

```
<xs:element name="person">
  <xs:complexType>
    <xs:choice>
      <xs:element name="husband" type="xs:string"/>
      <xs:element name="wife" type="xs:string"/>
    </xs:choice>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

exactly one of the child elements

- XML:

```
<person>
  <husband>Schmidt</husband>
</person>
```

child elements: exactly one of them

Child elements: all

- XSD:

```
<xs:element name="person">
  <xs:complexType>
    <xs:all>
      <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
      <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
      <xs:element name="age" type="xs:int"/>
    </xs:all>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

the order of the elements is not important

- XML:

```
<person>
  <firstname>John</firstname>
  <age>58</age>
  <lastname>Schmidt</lastname>
</person>
```

child elements: in any order

Child elements: multiple elements

- XSD:

```
<xs:element name="person">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="name" type="xs:string"
          minOccurs="2" maxOccurs="unbounded"/>
      <xs:element name="age" type="xs:int"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

at least 2x

at most infinity-times

- XML:

```
<person>
  <name>Walter</name>
  <name>Bruce</name>
  <name>Willis</name>
  <age>58</age>
</person>
```

name multiple times

Mixed content

- XSD:

mixed content

```
<xs:element name="person">
  <xs:complexType mixed="true">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
      <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
      <xs:element name="age" type="xs:int"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

- XML:

```
<person>
        His name is <firstname>John</firstname>
        <lastname>Schmidt</lastname>. He
        is <age>58</age> years old.
      </person>
```

Any content

- To allow other elements not defined in our schema
- It makes extension possible

```
<xs:element name="person">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
      <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
      <xs:any minOccurs="0"/>
    </xs:sequence>
    <xs:anyAttribute/>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

any other elements even from other namespaces

any other attributes even from other namespaces

Validating an XML against our XSD

- The first element defined in the XSD is the root element of the XML
- The same namespace has to be specified in the XML as the targetNamespace in the XSD
- The XSD can be referenced from the XML:
  - The path to the XSD file has to be specified with the schemaLocation attribute
- Example on the next slides

XSD = XML Schema Definition

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  xmlns:tns="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
  elementFormDefault="qualified">
  <xs:element name="message" type="tns:messageType"/>
  <xs:complexType name="messageType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="to" type="xs:string"/>
      <xs:element name="from" type="xs:string"/>
      <xs:element name="subject" type="xs:string"/>
      <xs:element name="body" type="tns:bodyType"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="bodyType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="line" type="xs:string"
                  minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
```

Example XML

the targetNamespace defined in the XSD

the first element defined in the XSD is the root

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<message xmlns="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation=
       "http://www.iit.bme.hu/soi/message Message.xsd">
  <to>Alice</to>
  <from>Bob</from>
  <subject>Hello</subject>
  <body>
    <line>Hello, Alice!</line>
    <line>How are you?</line>
    <line>Bye, Bob</line>
  </body>
</message>
```

Example XML

the standard namespace for schema validation

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<message xmlns="http://www.iit.bme.hu/soi/message"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation=
       "http://www.iit.bme.hu/soi/message Message.xsd">
  <to>Alice</to>
  <from>Bob</from>
  <subject>Hello</subject>
  <body>
    <line>Hello, Alice!</line>
    <line>How are you?</line>
    <line>Bye, Bob</line>
  </body>
</message>
```

namespace-path pairs separated by whitespace where:

* **namespace** is an XML namespace URI
* **path** is the path to the XSD defining this namespace

XML Processing

XML Processing

- General, untyped
  - event-driven
  - stream-based
  - tree in memory
- Specific, typed
  - Java: JAXB
  - .NET: DataContract, XmlSerializer

Event-driven

- SAX = Simple API for XML
- Implement a callback interface
- Push model: the parser calls the functions when an XML artifact is found
  - opening tag, end tag, attribute, text content, etc.
- Properties:
  - serial access
  - low memory footprint
  - no positioning
- Java:
  - callback interface: **`org.xml.sax.ContentHandler`**
  - parser: **`javax.xml.parsers.SAXParserFactory`**, **`javax.xml.parsers.SAXParser`**

Stream-based

- StAX = Streaming API for XML
- Reading as a stream
- Pull model: reading XML artifacts in a cycle
- Properties:
  - serial access
  - low memory footprint
  - no positioning
  - more intuitive than the event-driven push model: no complex state machine
- Java: **`javax.xml.stream.XMLStreamReader`**
- .NET: **`System.Xml.XmlReader`**

Tree in memory

- DOM = Document Object Model
- The whole document is loaded into a tree structure in the memory
- Properties:
  - random access
  - enables editing
  - large memory footprint
  - enables validation
- Java:
  - **`javax.xml.parsers.DocumentBuilderFactory`**, **`javax.xml.parsers.DocumentBuilder`**, **`org.w3c.dom.Document`**
- .NET:
  - **`System.Xml.XmlDocument`**
  - **`System.Xml.Linq.XDocument`**

Typed

- XML document is mapped to typed objects in the memory
- Types can be mapped to XSD
- Properties:
  - random access
  - enables editing
  - enables validation
  - typed objects are more convenient to use
  - faster, and lower memory footprint than DOM
  - only certain XML and XSD artifacts are supported
  - very specific, cannot be used in general
- Java: JAXB
- .NET: DataContract, XmlSerializer

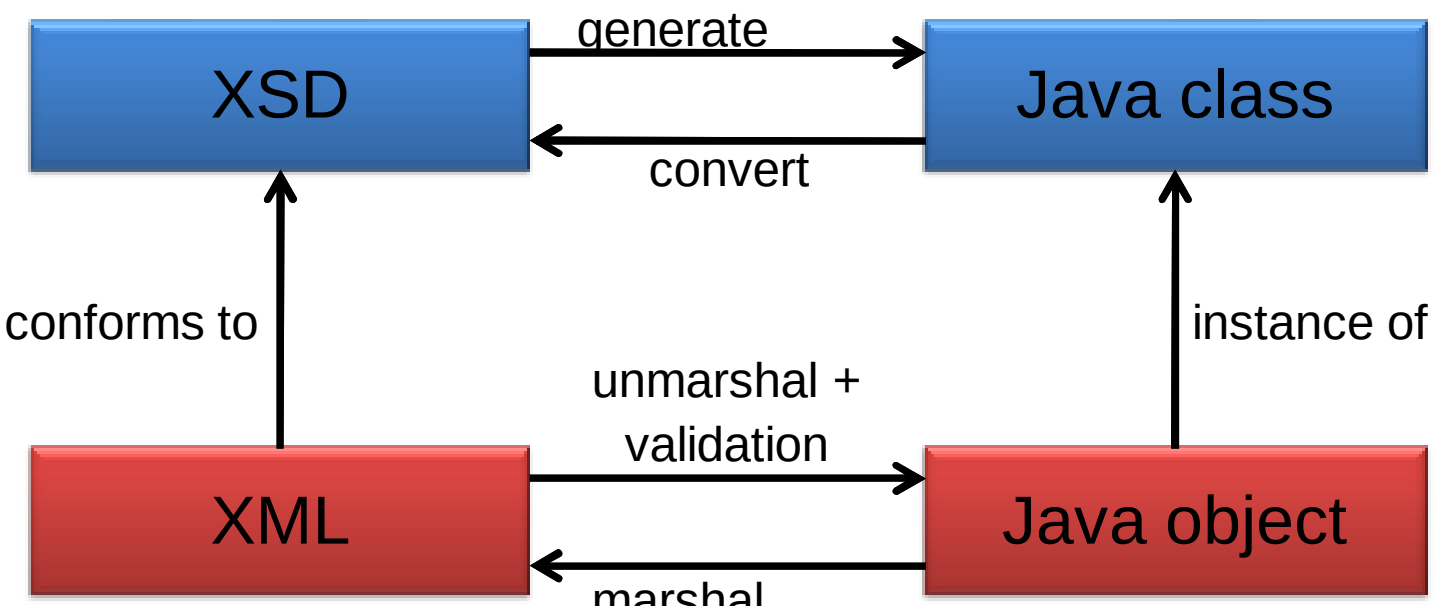
JAXB

JAXB

- Java Architecture for XML Binding
- JSR-222
- Why?
  - XML handling: SAX, DOM
  - SAX: event-driven, serial access, fast, small memory footprint
  - DOM: builds a tree representation in memory, the tree is changeable, and can be validated
  - Problems:
    - they are too general
    - access is not statically typed
    - no compile-time check

JAXB

- Mapping between XSD and Java
- Annotations
- Model:



JAXB

- Specification:
  - Subset of XML Schema
  - Default mappings:
    - XML names ↔ Java names
    - Schema atomic types ↔ Java types
    - Schema structured types ↔ Java classes
  - Java package: **`javax.xml.bind`**
- Compiler:
  - XML Schema-to-Java Compiler (xjc)
  - Part of the JDK:
    - %JAVA_HOME%\bin\xjc.exe

Atomic types

XML Schema	Java
string	java.lang.String
boolean	boolean
byte	byte
short	short
int	int
long	long
float	float
double	double
integer	java.math.BigInteger
decimal	java.math.BigDecimal
unsignedByte	short
unsignedShort	int
unsignedInt	long
base64Binary	byte[]
hexBinary	byte[]
date	java.util.Date
time	java.util.Date
dateTime	java.util.Calendar
QName	javax.xml.namespace.QName

Custom bindings

- Customizable:
  - generated package names, class names, method names
  - return type of a method
  - field types
  - which elements belong to a class
  - which element to omit
  - fields are mapped to elements or attributes
- How:
  - Special elements with a predefined JAXB namespace in the XML Schema part
  - Separate XML descriptor (recommended)

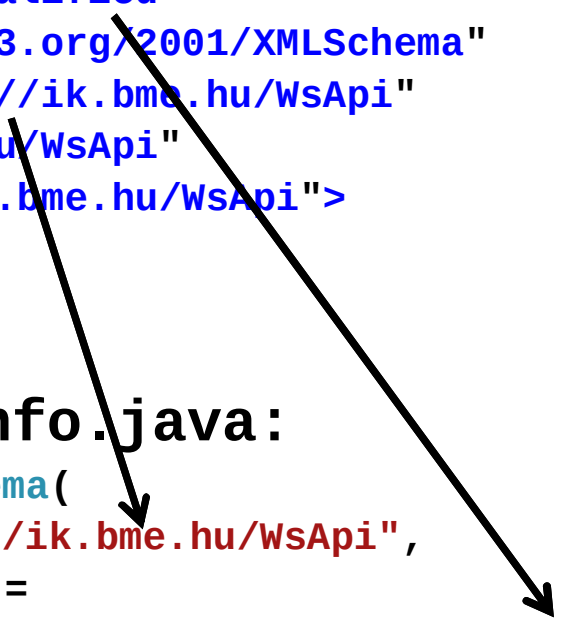
XML Schema support

- Some XML Schema constructs are not supported:
  - wildcard types
    - any, anyAttribute
  - identity-constraints:
    - key, keyref, unique
  - other constraints:
    - restriction
  - ...

Packages and namespaces

WsApiSample.xsd:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema elementFormDefault="qualified"
           xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
           targetNamespace="http://ik.bme.hu/WsApi"
           xmlns="http://ik.bme.hu/WsApi"
           xmlns:wsapi="http://ik.bme.hu/WsApi">
</xs:schema>
```



wsApi\sample\package-info.java:

```
@javax.xml.bind.annotation.XmlSchema(
                namespace = "http://ik.bme.hu/WsApi",
                elementFormDefault =
                    javax.xml.bind.annotation.XmlNsForm.QUALIFIED)
package wsApi.sample;
```

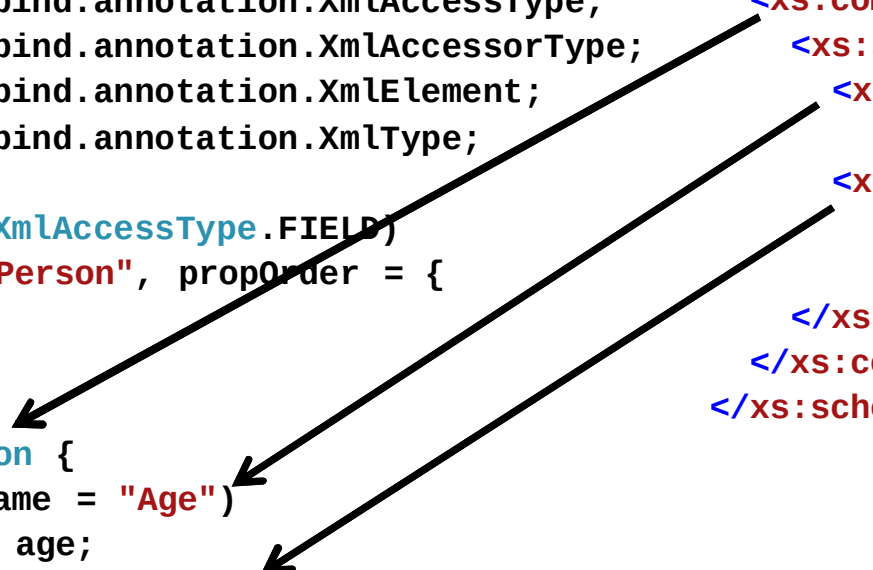
JAXB sample

wsApi\sample\Person.java:

```
package wsApi.sample;

import javax.xml.bind.annotation.XmlAccessType;
import javax.xml.bind.annotation.XmlAccessorType;
import javax.xml.bind.annotation.XmlElement;
import javax.xml.bind.annotation.XmlType;

@XmlAccessorType(XmlAccessType.FIELD)
@XmlType(name = "Person", propOrder = {
    "age",
    "name"
})
public class Person {
    @XmlElement(name = "Age")
    protected int age;
    @XmlElement(name = "Name", required = true, nillable = true)
    protected String name;

    // + getter/setter methods
}
```

WsApiSample.xsd:

```
<xs:schema ...>
  <xs:element name="Person"
              nillable="true"
              type="wsapi:Person"/>
  <xs:complexType name="Person">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="Age"
                  type="xs:int"/>
      <xs:element name="Name"
                  nillable="true"
                  type="xs:string"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
```



JAXB sample: list

```
package wsApi.sample;

import javax.xml.bind.annotation.XmlAccessType;
import javax.xml.bind.annotation.XmlAccessorType;
import javax.xml.bind.annotation.XmlElement;
import javax.xml.bind.annotation.XmlElements;
import javax.xml.bind.annotation.XmlRootElement;
import javax.xml.bind.annotation.XmlType;

@XmlRootElement
@XmlAccessorType(XmlAccessType.FIELD)
@XmlType(name = "Names", propOrder = {
    "name"
})
public class Names {
    @XmlElements(name = "Name")
    protected List<String> name;

    // + getter/setter methods
}
```

can be the root of the XML document

```
<xs:schema ...>
  <xs:complexType name="Names">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="Name"
          type="xs:string"
          minOccurs="0"
          maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
```

JAXB serialization

- Serialization:

```
Names names = new Names();
OutputStream os = new FileOutputStream("names.xml");
JAXBContext context = JAXBContext.newInstance(Names.class);
Marshaller m = context.createMarshaller();
m.marshal(names, os);
os.close();
```

- Deserialization:

```
InputStream is = new FileInputStream("names.xml");
JAXBContext context = JAXBContext.newInstance(Names.class);
Unmarshaller um = context.createUnmarshaller();
Names names = (Names) um.unmarshal(is);
is.close();
```

WCF DataContract

WCF DataContract

- Mapping between .NET types and XML Schema
- Metadata on classes: .NET attributes
- Similar to JAXB

Atomic types

XML Schema	C#
string	string
boolean	bool
byte	byte
short	short
int	int
long	long
float	float
double	double
integer	long
decimal	decimal
unsignedByte	short
unsignedShort	int
unsignedInt	long
base64Binary	byte[]
hexBinary	string
date	string
time	string
dateTime	DateTime
QName	XmlQualifiedName

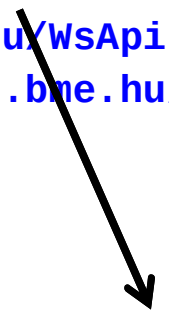
Packages and namespaces

WsApiSample.xsd:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema elementFormDefault="qualified"
           xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
           targetNamespace="http://ik.bme.hu/WsApi"
           xmlns="http://ik.bme.hu/WsApi"
           xmlns:wsapi="http://ik.bme.hu/WsApi">
</xs:schema>
```

WsApiSample.cs:

```
namespace WsApiSample
{
    ...
}
```



Annotated on the classes

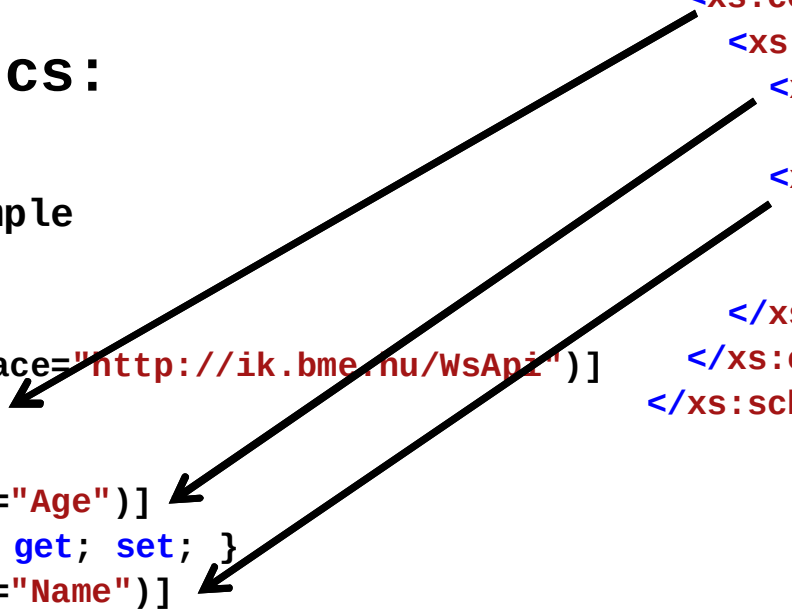
WCF DataContract sample

WsApiSample.xsd:

```
<xs:schema ...>
  <xs:element name="Person"
              nillable="true"
              type="wsapi:Person"/>
  <xs:complexType name="Person">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="Age"
                  type="xs:int"/>
      <xs:element name="Name"
                  nillable="true"
                  type="xs:string"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
```

WsApiSample.cs:

```
namespace WsApiSample
{
...
[DataContract(Namespace="http://ik.bme.hu/WsApi")]
public class Person
{
    [DataMember(Name="Age")]
    public int Age { get; set; }
    [DataMember(Name="Name")]
    public String name { get; set; }
}
...
```



WCF DataContract sample: list

WsApiSample.cs:

```
namespace WsApiSample
{
...
[CollectionDataContract(Namespace="http://ik.bme.hu/WsApi",
                        Name="Names", ItemName="Name")]
public class Names : List<string>
{
}
...
```

```
<xs:schema ...>
  <xs:complexType name="Names">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="Name"
        type="xs:string"
        minOccurs="0"
        maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
```

WCF DataContract serialization

- Serialization:

```
Names names = new Names();
FileStream fs = new FileStream("names.xml", FileMode.Create,
                               FileAccess.Write);
DataContractSerializer dcs =
          new DataContractSerializer(typeof(Names));
dcs.WriteObject(fs, names);
fs.Close();
```

- Deserialization:

```
FileStream fs = new FileStream("names.xml", FileMode.Open,
                               FileAccess.Read);
DataContractSerializer dcs =
          new DataContractSerializer(typeof(Names));
Names names = (Names)dcs.ReadObject(fs);
fs.Close();
```

Summary

- XML
  - designed to carry data, not to display data
  - tags are not predefined, they are specific to the application that understands them
  - structured
- XML namespaces
  - to avoid name collisions
- XSD
  - defines the structure and types of elements and attributes in an XML document
- XML processing
  - event-driven, stream-based, DOM tree, typed

Objektumorientált tervezés

Webszolgáltatások

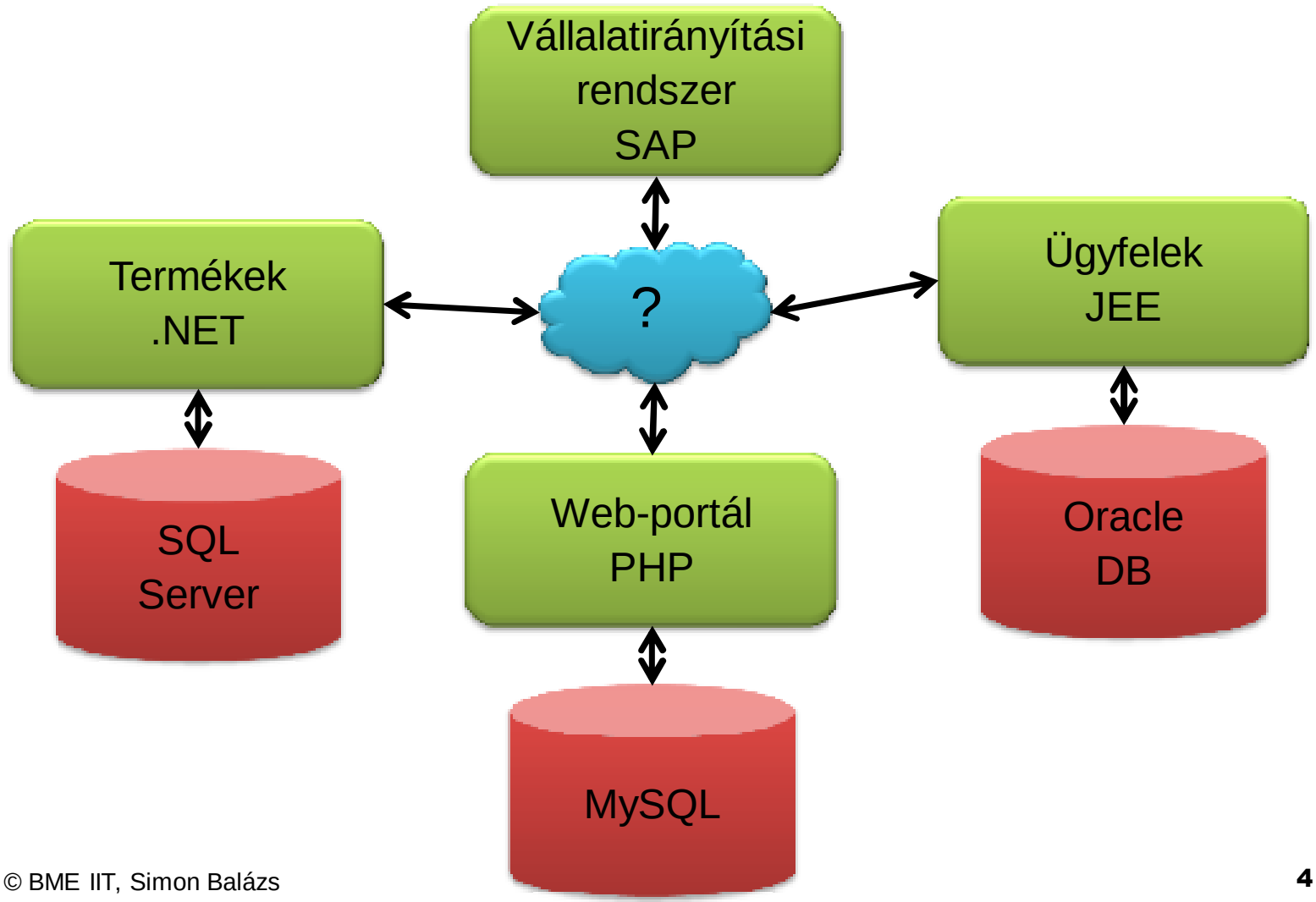
Simon Balázs

Tartalom

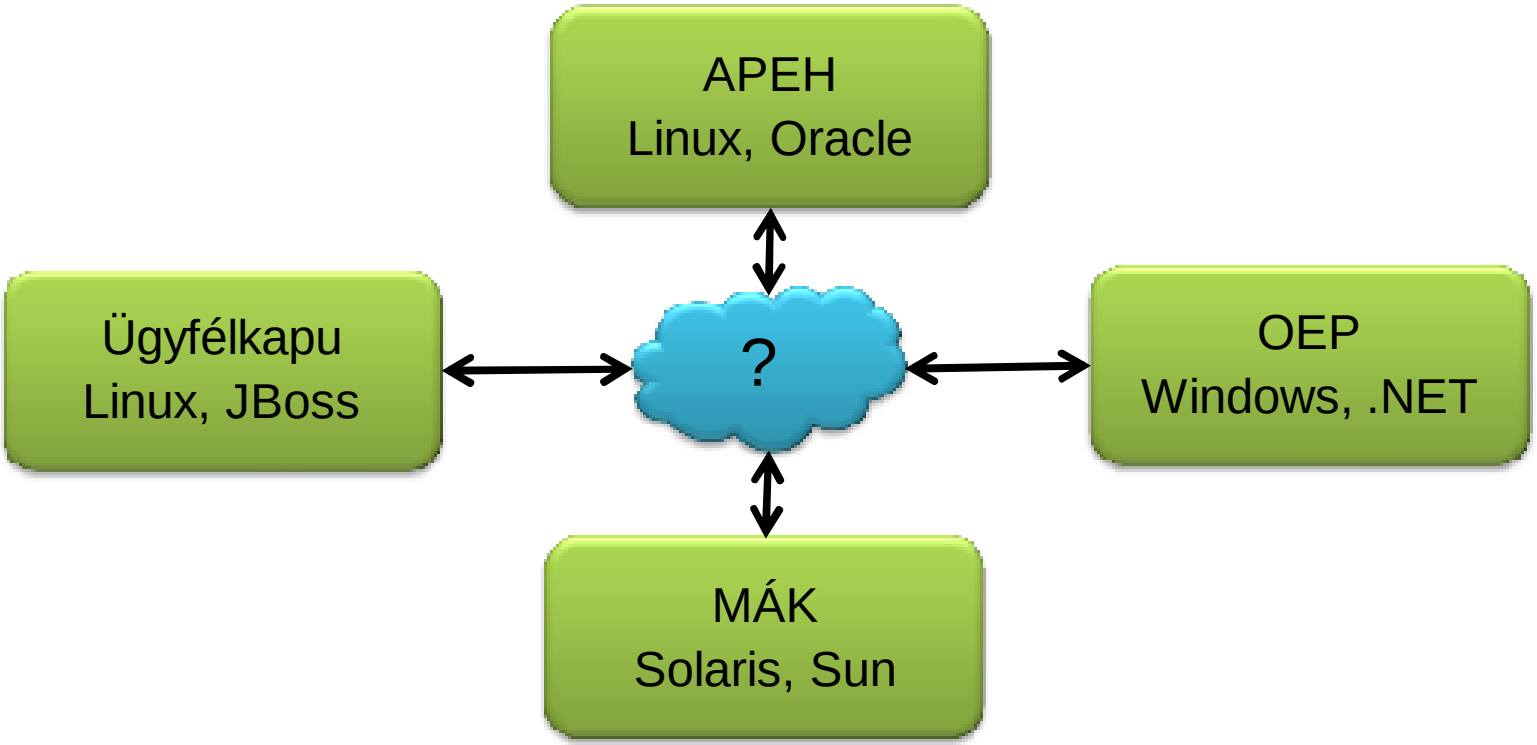
- Integrációs feladat
- Service Oriented Architecture
- Web-service
- SOAP
- WSDL
- Webszolgáltatás API-k

Integrációs feladat, Service Oriented Architecture

Feladat: vállalati integráció



Feladat: közigazgatási integráció



Feladat

- Alkalmazások közötti kommunikáció
- Különböző programnyelvek
- Különböző operációs rendszerek
- Különböző szoftvergyártók
- Sokfajta meglévő, működő rendszer
- Integráció
- Üzleti folyamatok elektronizálása

Követelmények

- Egyszerű
- Szabványos
- Programnyelvektől, operációs rendszertől független
- Széles körű támogatás
- Middleware feladatok:
  - megbízható üzenetküldés
  - titkosítás, digitális aláírás
  - tranzakciókezelés
- Megoldás: SOA, Webszolgáltatások

Service Oriented Architecture

- Architektúrafejlesztési paradigma
- Alapegység: szolgáltatás
- Szereplők (szerepek):
  - szolgáltató
  - felhasználó
- OASIS definíció:
  - paradigma
  - elosztott erőforrások és képességek
  - szervezésére és hasznosítására
  - felkínálás, felderítés, interakció

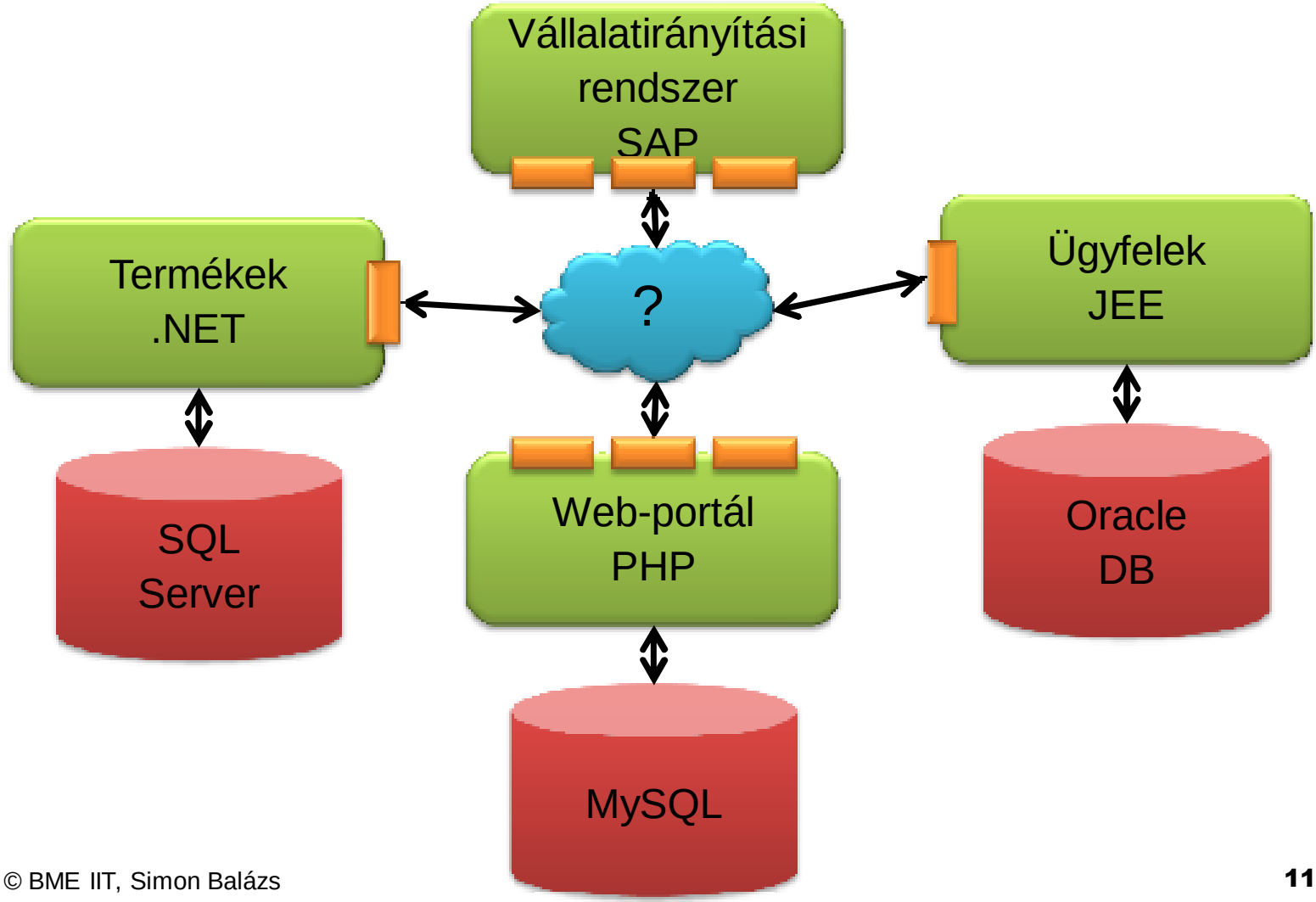
Szolgáltatás

- Az architektúra alapegysége
- Erőforrás vagy képesség publikálása
- Jól definiált, szabványos interfész
- Elrejti az implementáció részleteit
- Lehetőleg minél vékonyabb réteg
- Fontos a jó tervezés:
  - a kiajánlott funkcionalitás
  - a megfelelő granularitás
  - általánosság
  - **újrafelhasználhatóság**

Példák: vállalat

- szolgáltatások:
  - ügyfél adatainak lekérdezése ügyfélazonosító alapján
  - termék adatainak lekérdezése termékazonosító alapján
  - új ügyfél felvétele
  - termék készletbe vétele
  - termék eladása
- folyamatok:
  - ügyfél felad egy rendelést

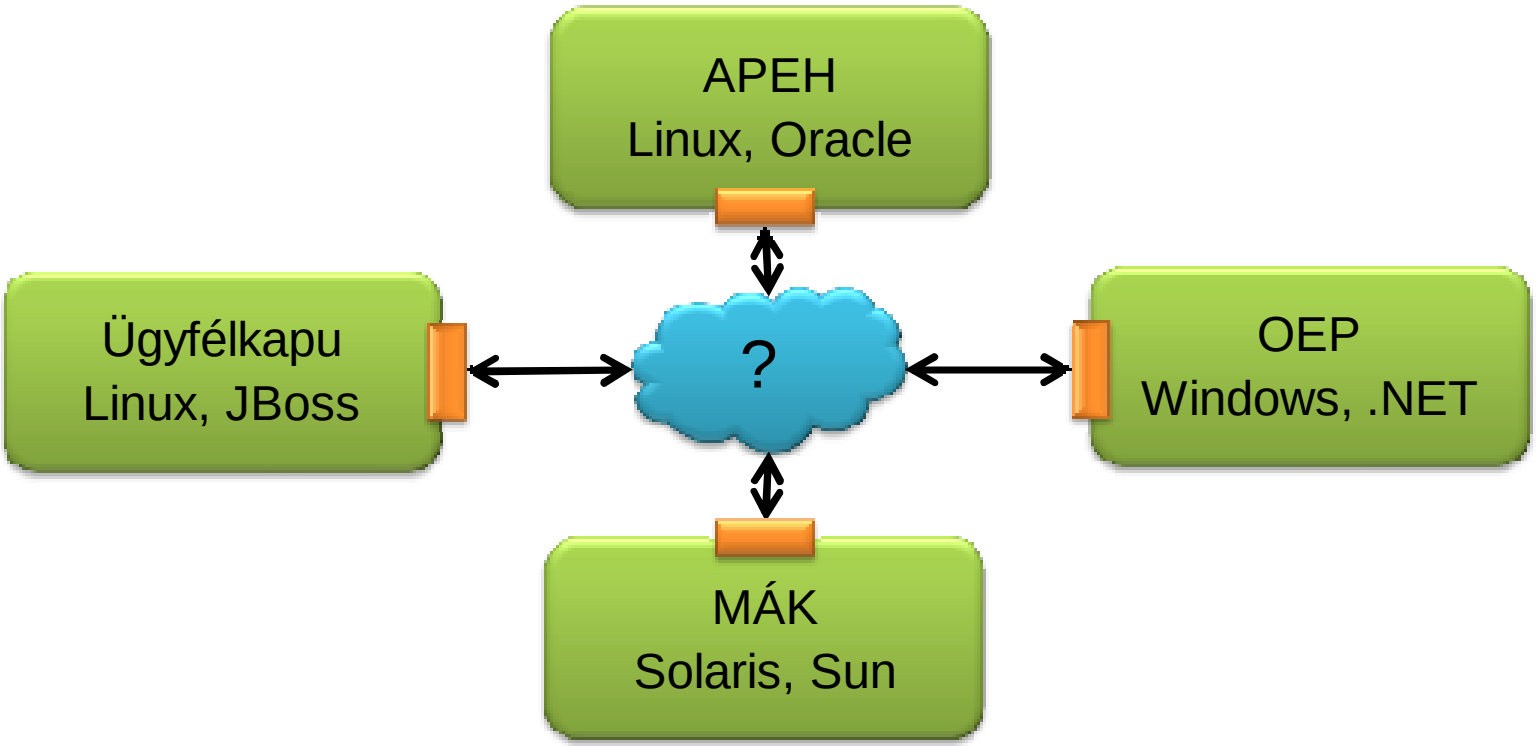
Vállalati integráció



Példák: közigazgatás

- szolgáltatások:
  - lakcím megváltoztatása
  - adóbevallás fogadása
  - állampolgár adótartozásának lekérdezése
  - anyasági támogatás igénylése
- folyamatok:
  - lakcímváltozás bejelentése
  - adóbevallás benyújtása
  - vállalkozás alapítása

Közigazgatási integráció

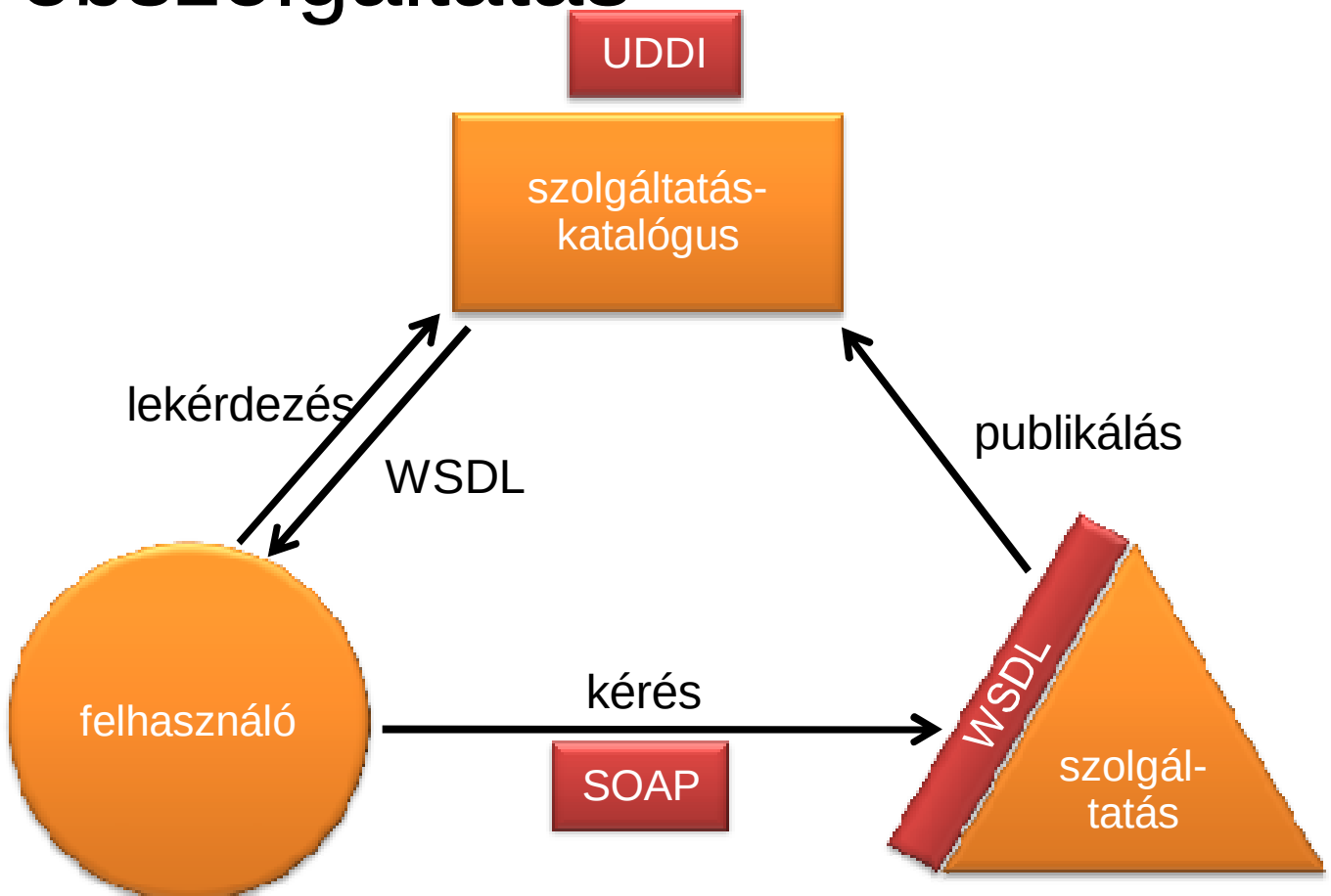


Webszolgáltatás

Webszolgáltatás

- Konkrét technológia szolgáltatások megvalósításához
- Szabványos (OASIS, W3C)
- Programnyelvektől, operációs rendszerektől független
- XML alapú
- Szállító protokoll: tipikusan HTTP
- Elterjedt, széles körben támogatott
- Számos szabvány middleware feladatokra

Webszolgáltatás



WSDL = Web-Services Description Language

SOAP = Simple Object Access Protocol

UDDI = Universal Description, Discovery and Integration

Példa: SOAP kérés

```
interface IHelloWorld
{
    string SayHello(string name);
}
```

```
<s:Envelope
     xmlns:s="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
  <s:Body>
    <SayHello xmlns="http://www.iit.bme.hu/soi">
      <name>me</name>
    </SayHello>
  </s:Body>
</s:Envelope>
```

Példa: SOAP válasz

```
interface IHelloWorld
{
    string SayHello(string name);
}
```

```
<s:Envelope
     xmlns:s="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
  <s:Body>
    <SayHelloResponse xmlns="http://www.iit.bme.hu/soi">
      <SayHelloResult>Hi: me</SayHelloResult>
    </SayHelloResponse>
  </s:Body>
</s:Envelope>
```

Példa: WSDL 1/7

```
interface IHelloWorld
{
    string SayHello(string name);
}
```

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<wsdl:definitions
  targetNamespace="http://www.iit.bme.hu/soi"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
  xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
  xmlns:wsaw="http://www.w3.org/2006/05/addressing/wsdl"
  xmlns:tns="http://www.iit.bme.hu/soi"
  xmlns:ns0="http://www.iit.bme.hu/soi">
  ...
</wsdl:definitions>
```

Példa: WSDL 2/7

```
        interface IHelloWorld
        {
            string SayHello(string name);
        }
...
 <wsdl:types>
    <xs:schema targetNamespace="http://www.iit.bme.hu/soi"
        xmlns:tns="http://www.iit.bme.hu/soi"
        xmlns:ns0="http://www.iit.bme.hu/soi"
        elementFormDefault="qualified">
      <xs:element name="SayHello" nillable="true"
                  type="ns0:SayHello"/>
      <xs:complexType name="SayHello">
        <xs:sequence>
          <xs:element name="name" type="xs:string"
                      nillable="true"/>
        </xs:sequence>
      </xs:complexType>
```

Példa: WSDL 3/7

```
interface IHelloWorld
{
    string SayHello(string name);
}
```

```
...
    <xs:element name="SayHelloResponse" nillable="true"
                type="ns0:SayHelloResponse"/>
    <xs:complexType name="SayHelloResponse">
      <xs:sequence>
        <xs:element name="SayHelloResult" type="xs:string"
                    nillable="true"/>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:schema>
 </wsdl:types>
...
```

Példa: WSDL 4/7

```
interface IHelloWorld
{
    string SayHello(string name);
}
```

```
...
  <wsdl:message name="IHelloWorld_SayHello_InputMessage">
    <wsdl:part name="parameters" element="ns0:SayHello"/>
  </wsdl:message>

  <wsdl:message name="IHelloWorld_SayHello_OutputMessage">
    <wsdl:part name="parameters„
               element="ns0:SayHelloResponse"/>
  </wsdl:message>
 ...
```

Példa: WSDL 5/7

```
interface IHelloWorld
{
    string SayHello(string name);
}
```

```
...
  <wsdl:portType name="IHelloWorld">
    <wsdl:operation name="SayHello">
      <wsdl:input wsaw:action=
         "http://www.iit.bme.hu/soi/IHelloWorld/SayHello"
         message="ns0:IHelloWorld_SayHello_InputMessage"/>
      <wsdl:output wsaw:action=
   "http://www.iit.bme.hu/soi/IHelloWorld/SayHelloResponse"
         message="ns0:IHelloWorld_SayHello_OutputMessage"/>
    </wsdl:operation>
  </wsdl:portType>
 ...
```

Példa: WSDL 6/7

```
...
   <wsdl:binding name="IHelloWorld_BasicHttpBinding_Binding"
                 type="ns0:IHelloWorld">
    <soap:binding style="document"
        transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"/>
    <wsdl:operation name="SayHello">
      <soap:operation style="document" soapAction=
       "http://www.iit.bme.hu/soi/IHelloWorld/SayHello"/>
      <wsdl:input>
        <soap:body use="literal"/>
      </wsdl:input>
      <wsdl:output>
        <soap:body use="literal"/>
      </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
  </wsdl:binding>
...
```

Példa: WSDL 7/7

```
interface IHelloWorld
{
    string SayHello(string name);
}
```

```
...
  <wsdl:service name="HelloWorld">
    <wsdl:port name="IHelloWorld_BasicHttpBinding_Port"
      binding="ns0:IHelloWorld_BasicHttpBinding_Binding">
      <soap:address location=
          "http://www.iit.bme.hu/Services/HelloWorld"/>
    </wsdl:port>
  </wsdl:service>
```

Webszolgáltatás

- Definíció:
  - SOAP üzeneten keresztül meghívható szolgáltatás
- Üzenetformátum:
  - SOAP = Simple Object Access Protocol
  - Használt verziók: 1.1 és 1.2
- Interfészleíró:
  - WSDL = Web-Services Description Language
  - Használt verziók: 1.1 és 2.0
- Szolgáltatáskatalógus:
  - UDDI = Universal Description Discovery and Integration
  - Használt verziók: 2.0 és 3.0

Miért?

- Korábban: CORBA, DCOM
- DCOM: csak Windows
- CORBA:
  - különböző gyártók implementációi közti együttműködés kérdéses
  - ha sikerülne is, a biztonság és a tranzakciókezelés problémás
- nem XML (szöveges) alapúak
- adatformátumok túl alacsony szintűek: byte-ok igazításával is foglalkozni kell
- tűzfalak, proxy szerverek általában korlátozzák ezeket

SOAP
(Simple Object Access Protocol)

SOAP történet

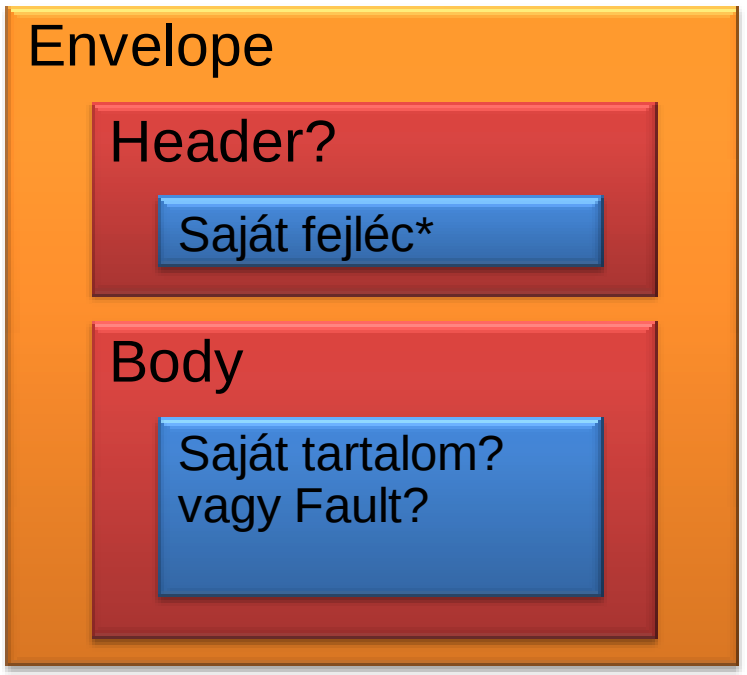
- Eredetileg:
  - 1998. Microsoft
  - SOAP = Simple Object Access Protocol
  - Eredeti cél: XML alapú RPC
- Ma:
  - W3C gondozásában
  - Használt verziók: 1.1 és 1.2
  - Már csak a SOAP rövidítés maradt meg, mivel a „Simple Object Access Protocol” félrevezető

SOAP

- Kommunikációs protokoll
- Alkalmazások között
- XML-re épül
- Platformfüggetlen
- Programnyelvfüggetlen
- Egyszerű
- Kiterjeszthető
  - ld. később: WS-* szabványok
- Független az alatta lévő kommunikációs csatornától, de általában HTTP felett alkalmazzák (így a tűzfalon is átmegy)

SOAP envelope

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<env:Envelope xmlns:env="[SOAP névtér]">
  <env:Header>
    <myns:MyHeader1 xmlns:myns="[MyNamespace]"/>
    <myns:MyHeader2 xmlns:myns="[MyNamespace]"
                    env:mustUnderstand="1"/>
    ...
  </env:Header>
  <env:Body>
    ...
    <env:Fault>
      ...
    </env:Fault>
  </env:Body>
</env:Envelope>
```



SOAP 1.1

- SOAP üzenet névtér:
  - http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/
- WSDL névtér:
  - http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/
- HTTP fejlécek:
  - **POST** [Lokális URL] HTTP/1.1
    Content-Type: text/xml; charset="utf-8”
    SOAPAction: [Action]
  - a SOAPAction kötelező

SOAP 1.2

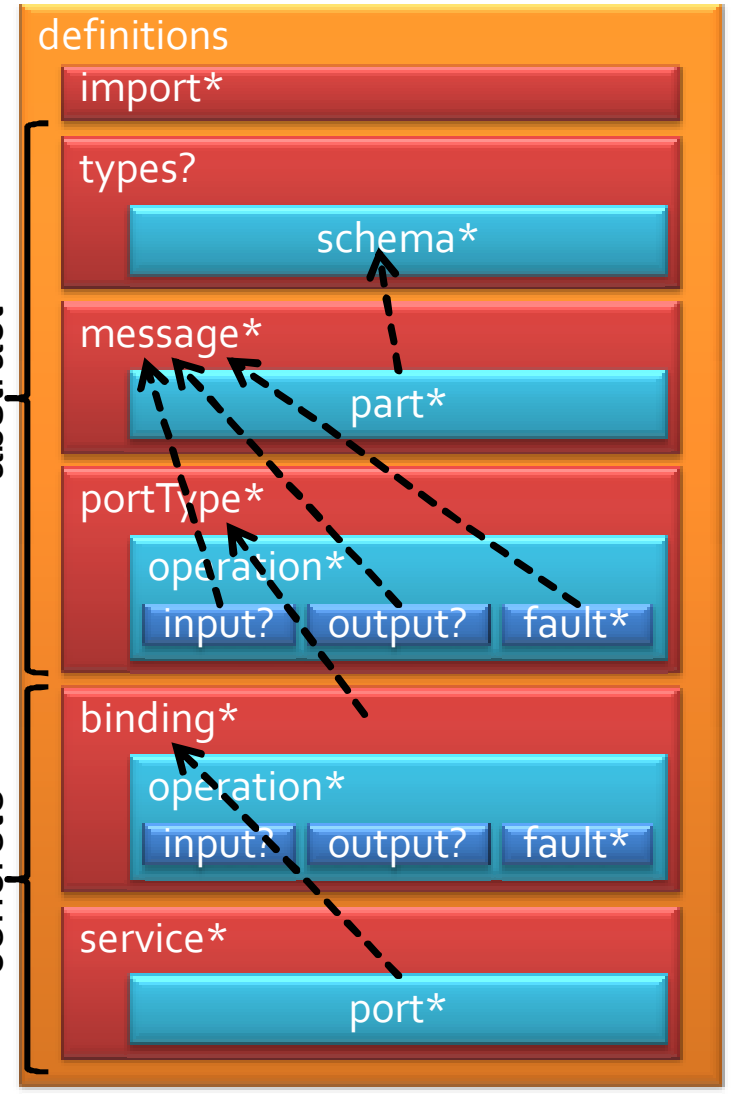
- SOAP üzenet névtér:
  - http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope
- WSDL névtér:
  - http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap12/
- A SOAP 1.1-hez képest más a Fault szerkezete
- HTTP fejlécek:
  - **POST** [Lokális URL] HTTP/1.1
    Content-Type: application/soap+xml;
    charset=utf-8;
    action=“[Action]”
  - az action opcionális
  - a GET is támogatott

WSDL (Web-Services Description Language)

WSDL

- Web Services Description Language
- Leíró Webszolgáltatásokhoz
  - interfész
  - meta-adatok
  - szolgáltatások címei
- W3C gondozásában
- Használt verziók: 1.1 és 2.0

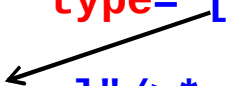
WSDL 1.1



- definitions: gyökér elem
- import: más WSDL importálása
- types: a felhasznált típusok
  - XML schema (XSD)
- message: paraméterlista
  - part: paraméter
- portType: interfész
  - operation: művelet
    - input: bemenő paraméterlista
    - output: kimenő paraméterlista
    - fault: kivétel
- binding: hívási konvenció
  - protokoll, adatformátum, kódolás
- service: implementáció
  - port: az adott binding alapján hívható szolgáltatás konkrét helye

WSDL 1.1: típusok XSD-ben

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xsd:schema targetNamespace="[MyNamespace]"
            xmlns:myns="[MyNamespace]"
            elementFormDefault="qualified">

  <xsd:import schemaLocation="..." namespace="[MyNamespace]"/>*

  <xsd:element name="[ncname]" type="[qname]"/>*

  <xsd:complexType name="[ncname]"/>*

</xsd:schema>
```



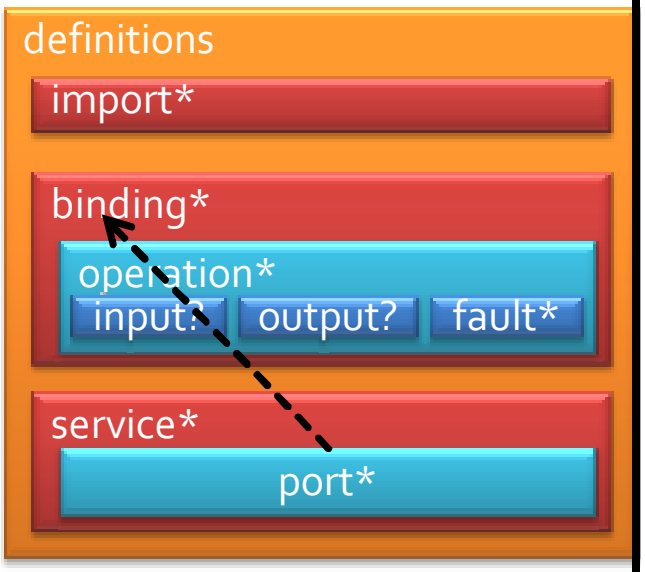
Jelmagyarázat:
[ncname] = név definíció (pl. “Add”)
[qname] = név hivatkozás névtérprefixszel együtt (pl. “myns:Add”)

WSDL 1.1: absztrakt rész

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<wsdl:definitions name="PilotTest" targetNamespace="[MyNamespace]"
  xmlns:myns="[MyNamespace]" xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
        xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <wsdl:import location="..." namespace="[MyNamespace]"/>*

  <wsdl:types>?
    <xsd:schema targetNamespace="[MyNamespace]" elementFormDefault="qualified">*
      <xsd:import schemaLocation="..." namespace="[MyNamespace]"/>*
    </xsd:schema>
  </wsdl:types>

  <wsdl:message name="[ncname]">*
    <wsdl:part name="[ncname]" element="[qname]"/>*
  </wsdl:message>

  <wsdl:portType name="[ncname]">*
    <wsdl:operation name="[ncname]">*
      <wsdl:input message="[qname]"/>?
      <wsdl:output message="[qname]"/>?
      <wsdl:fault name="[ncname]"
                  message="[qname]"/>*
    </wsdl:operation>
  </wsdl:portType>
</wsdl:definitions>
```

WSDL 1.1: konkrét rész

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<wsdl:definitions name="PilotTest" targetNamespace="[MyNamespace]"
 xmlns:myns="[MyNamespace]" xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
       xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
       xmlns:soap12="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap12/">

 <wsdl:import location="..." namespace="[MyNamespace]"/>*



 <wsdl:binding name="[ncname]" type="[qname]">*
   <wsdl:operation name="[ncname]">*
     <wsdl:input>...</wsdl:input>?
     <wsdl:output>...</wsdl:output>?
     <wsdl:fault name="[ncname]">...</wsdl:fault>*
   </wsdl:operation>
 </wsdl:binding>




 <wsdl:service name="[ncname]">*
   <wsdl:port name="[ncname]" binding="[qname]">...</wsdl:port>*
 </wsdl:service>

</wsdl:definitions>
```



WSDL 1.1 MEP

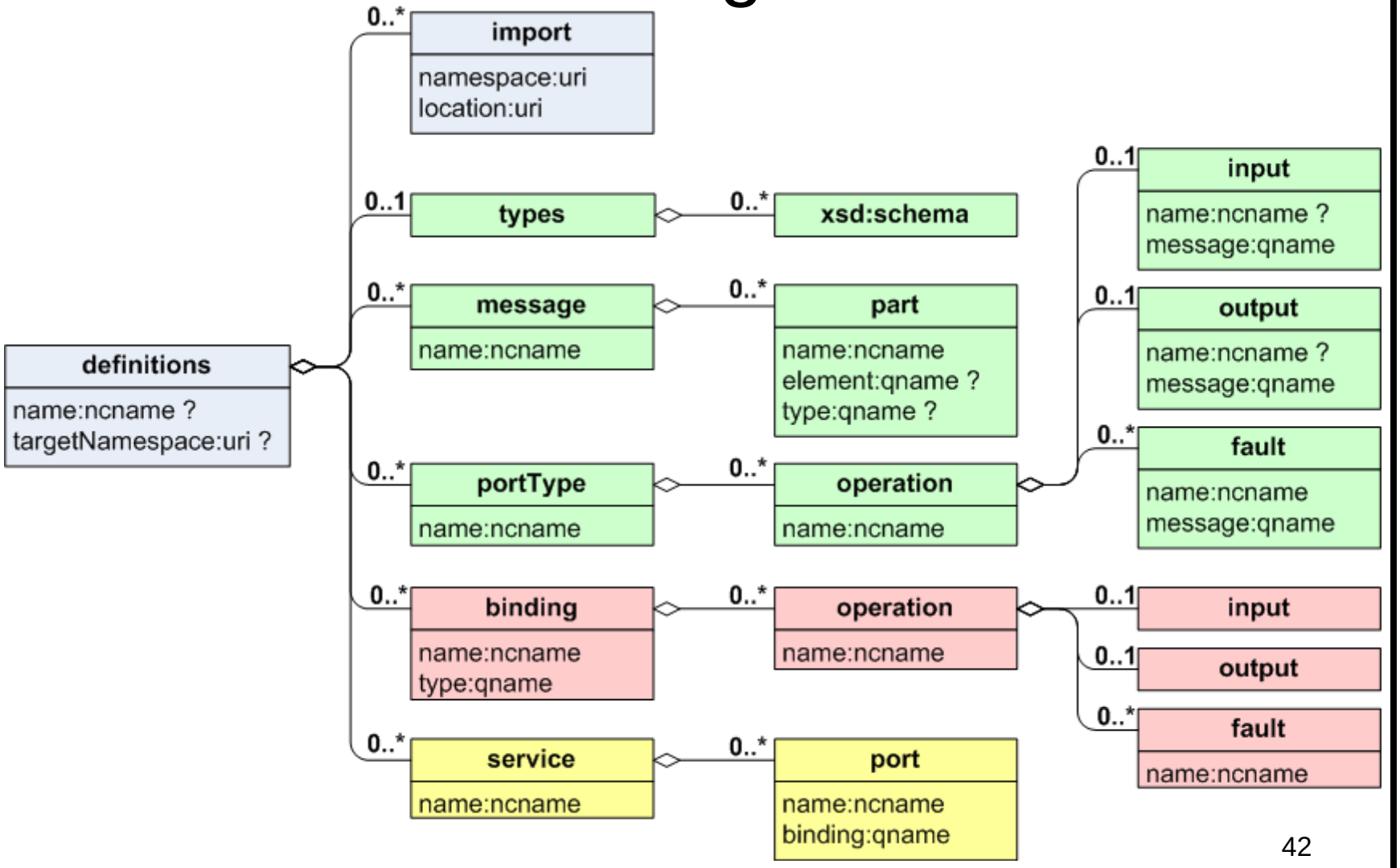
- MEP = Message Exchange Pattern
- Az input és output operációk meglététől függően

	van output	**nincs output**
van input	request-reply	one-way (aszinkron)
nincs input	solicit-response	-

Két szolgáltatás interfészének ekvivalenciája

- Egyeznie kell:
  - a types részben felhasznált XSD típusoknak, elemeknek és ezek XML névterének
  - az Action-nek
  - a binding beállításainak
  - a policy beállításoknak
  - ha az Action nem explicit adott:
    - a WSDL targetNamespace-ének, a portType, operation, input, output és fault nevének
- Nem szükséges egyeznie:
  - a message nevének, a part nevének
  - a binding nevének
  - a service nevének, címének
  - ha az Action explicit adott:
    - a WSDL targetNamespace-ének, a portType, operation, input, output és fault nevének

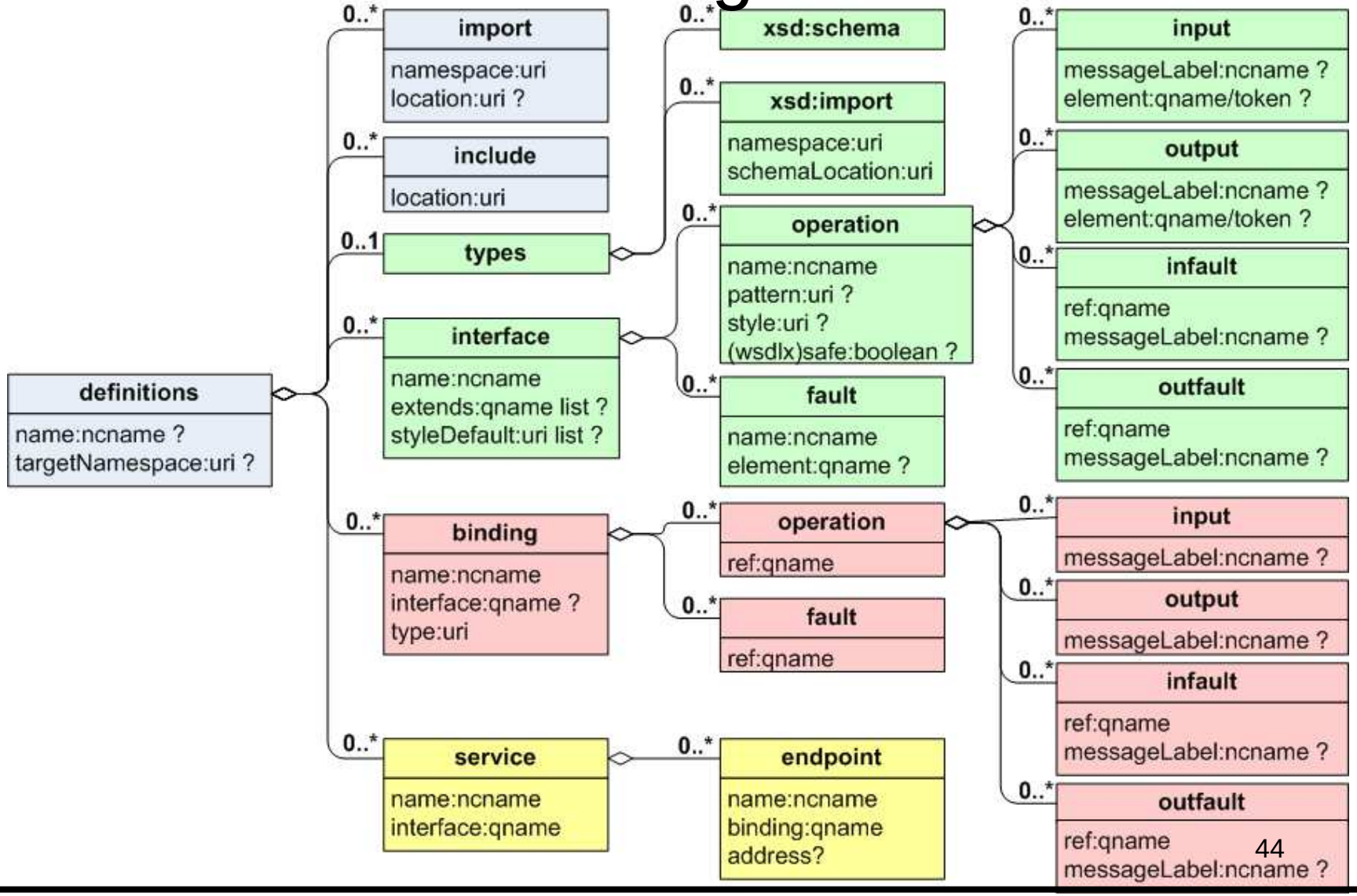
WSDL 1.1 összefoglaló



WSDL 2.0

- Még nem szabvány, csak ajánlás
- Nem igazán elterjedt, nem nagyon támogatott
- Egyszerűbb, mint az 1.1-es verzió
- Gyökérelem: definitions helyett description
- Van import és include is
- Csökkent a redundancia: eltűnt a message rész
- Készíthetők újrahasznosítható binding-ok
- Jobban hasonlít a hagyományos programnyelvi interfészekhez: portType helyett interface
- Megjelent az öröklődés interfészek között (többszörös öröklődés is támogatott)

WSDL 2.0 összefoglaló



Webszolgáltatás API-k

JAX-WS

- Java API for XML-based Web-Services (JDK6+)
- Célja:
  - Webszolgáltatások egyszerű implementálása
  - WSDL és Java osztályok közti leképzés
  - Annotációkkal
- Primitív típusok átadása alapértelmezetten támogatott
- Saját összetett típusokat JAXB annotációkkal kell ellátni

Egyszerű Java interfész

```
public class MathException extends Exception {
}


public interface ICalculator
{

    public double divide(double left, double right)
        throws MathException;
}
```

JAX-WS példa: egyszerű webszolgáltatás

```
@WebFault
public class MathException extends Exception {
}

@WebService
public interface ICalculator
{
    @WebMethod
    public double divide(double left, double right)
        throws MathException;
}
```

JAX-WS példa: elnevezések, névterek

```
@WebFault(name = "MathException",
          targetNamespace = "http://ik.bme.hu/WsApi")
public class MathException extends Exception {
}

@WebService(name = "ICalculator",
            targetNamespace = "http://ik.bme.hu/WsApi")
public interface ICalculator
{
    @WebMethod(operationName = "Divide”)
    public double divide(
        @WebParam(name = "left") double left,
        @WebParam(name = "right") double right)
        throws MathException;
}
```

JAX-WS példa: implementáció

```
@WebService(endpointInterface = "ICalculator")
public class Calculator implements ICalculator
{
    @Override
    public double divide(double left, double right)
            throws MathException
    {
        if(right == 0)
        {
            throw new MathException();
        }
        return left / right;
    }
}
```

JAX-WS példa: szolgáltatás meghívása

- A **`wsimport`** által generált **`CalculatorService`** proxy osztály segítségével
- Példa:

```
CalculatorService service = new CalculatorService();
Calculator calculator = service.getCalculatorPort();
try {
    double result = calculator.divide(5, 2);
}
catch (MathException ex) {
    ex.printStackTrace();
}
finally {
    ((Closeable)calculator).close();
}
```

WCF

- Windows Communication Foundation (.NET 3.0+)
- Célja:
  - Webszolgáltatások egyszerű implementálása
  - WSDL és .NET osztályok közti leképzés
  - .NET attribútumokkal
- Primitív típusok átadása alapértelmezetten támogatott
- Saját összetett típusokat DataContract annotációkkal kell ellátni

Egyszerű C# interfész

```
public class MathFault : Exception
{

}


public interface ICalculator
{
    double Divide(double left, double right);
}
```

WCF példa: egyszerű webszolgáltatás

```
public class MathFault : Exception
{

}

[ServiceContract]
public interface ICalculator
{
    [OperationContract]
    [FaultContract(typeof(MathFault))]
    double Divide(double left, double right);
}
```

WCF példa: elnevezések, névterek

```
public class MathFault : Exception
{

}

[ServiceContract(Namespace = "http://ik.bme.hu/WsApi")]
public interface ICalculator
{
    [OperationContract]
    [FaultContract(typeof(MathFault), Name = "MathFault")]
    double Divide(double left, double right);
}
```

WCF példa: implementáció

```
public class Calculator : ICalculator
{
    public double Divide(double left, double right)
    {
        if (right == 0)
        {
            throw new FaultException<MathFault>(
                                        new MathFault());
        }
        return left / right;
    }
}
```

WCF példa: szolgáltatás meghívása

- Az **SvcUtil** által generált **CalculatorClient** proxy osztály segítségével
- Példa:

```
CalculatorClient calculator = new CalculatorClient();
try
{
        double result = calculator.Divide(5, 2);
}
catch (FaultException<MathFault> ex)
{
      Console.WriteLine(ex);
}
finally
{
      calculator.Close();
}
```

Összefoglalás

- SOA
- Webszolgáltatások
  - SOAP
  - WSDL
- Webszolgáltatás API-k
  - Java: JAX-WS
  - .NET: WCF

Objektumorientált fejlesztés

REpresentational State Transfer (REST)

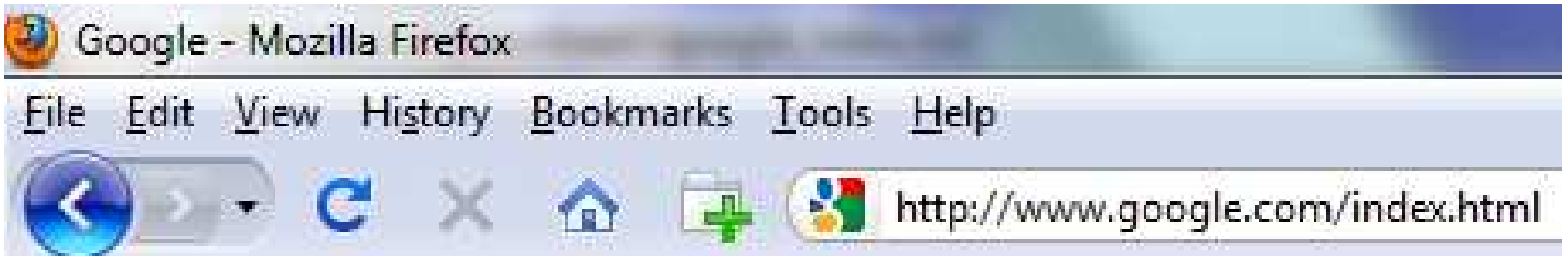
Simon Balázs, BME IIT, 2014.

Tartalom

- HTTP
- REST
- REST kritikák
- JAX-RS
- WCF és REST
- Elosztott technológiák

HTTP

HTTP GET



Request:

GET /index.html HTTP/1.1
Host: www.google.com
User-Agent: Mozilla/5.0
Connection: keep-alive

Response:

HTTP/1.1 200 OK
Content-Type: text/html; charset=UTF-8
Content-Encoding: gzip
Server: gws
Content-Length: 10200

<!doctype html><html><head>…

HTTP GET:
http://www.abc.com/login?user=xy&pass=123

HTTP Method | Local URL | Version

```
GET /login?user=xy&pass=123 HTTP/1.1
Host: www.abc.com
User-Agent: Mozilla/5.0
Connection: keep-alive

```

Headers+ Empty line | Host name | Query params

HTTP POST:
http://www.abc.com/login

HTTP Method | Local URL | Version

```
POST /login HTTP/1.1
Host: www.abc.com
User-Agent: Mozilla/5.0
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded
Content-Length: 16

user=xy&pass=123
```

Headers+ Empty line

Host name

HTTP Body: Post parameters

REST

REST

- REpresentational State Transfer
- RESTful HTTP
- HTTP protokoll kibővítése
  - GET, POST, PUT, DELETE
- Bemenő paraméterek:
  - URL része
  - URL query string
  - POST paraméter
  - HTTP body
- Visszatérési érték:
  - HTTP body
- Nagyon egyszerű: böngészőből is tesztelhető

REST alapelvei

- Minden erőforráshoz azonosító rendelése
- Dolgok összekapcsolása
- CRUD műveletek használata
- Többféle adatreprezentáció
- Állapotmentes kommunikáció

Erőforrások azonosítóval

- URI: Universal Resource Identifier
  - mindennek az alapja (URN, URL)
- URN: Universal Resource Name
  - olyan URI, amely nem tartalmaz helyinformációt
  - pl. `urn:isbn:0307346617`
  - előny: soha nem romlanak el
  - hátrány: nem tartalmaznak információt arról, hogyan kell feloldani őket
- URL: Universal Resource Locator
  - olyan URI, amely helyinformációt is tartalmaz
  - hátrány: könnyen elromolhatnak, főleg, ha utalnak a mögöttes technológiára, pl. `http://someserver.com/ActionServlet?blah=blah`
  - de lehet jól is használni őket, pl. `http://company1.com/customer/123456`

Erőforrások azonosítóval

- Használjunk URL-t!
  - az URL egy erőforrás egyértelmű azonosítója
  - helyinformáció miatt könnyű feloldani
  - legyen független a mögöttes technológiától
- Erőforrások lehetnek:
  - dokumentumok (blogok, hírek, stb.)
  - adatok (számítás eredménye, metaadatok, stb.)
  - szolgáltatások (SOAP web service, REST, stb.)
  - fogalmak (emberek, szervezetek, stb.)

Dolgok összekapcsolása

- Jó URL címeket kell választani
- Ennek sok előnye van:
  - hatékonyan továbbadhatók
  - az adatok utólag betölthetők
  - analógia: C++ pointerek
  - biztonságosabb megoldás: az adatok hozzáférési jogosultságait könnyebb ellenőrizni

Erőforrás-URL-ek értelmezése

- Az URL hierarchikusnak tűnik
- Kliens:
  - nem szabad értelmeznie az URL-t
  - csak azonosítóként felhasználnia
  - úgy kell viselkednie, mint egy böngészőnek
  - a struktúra ugyanis változhat
- Nincs szükség interfészleíró nyelvre
- Az erőforrások manipulására elegendő a négy művelet: GET, POST, PUT, DELETE
- Ez a „Hypertext As the Engine of State Transfer” (HATEOS) elv

Műveletek erőforrásokon

- CRUD: create, read, update, delete
- Tulajdonságok (a HTTP specifikációból):
  - safe (biztonságos): a kliens olyan műveletet hajt végre, ami csak lekérdez, és nem tehető felelőssé az okozott mellékhatásokért
  - idempotent: a művelet ismételt végrehajtása ugyanazt az eredményt produkálja
- Különböző idempotens műveletek egymás után történő ismételt végrehajtása nem feltétlenül ugyanazt az eredményt adja
  - pl. olvas-töröl-olvas
- Mellékhatások nélküli műveletek ismételt végrehajtása mindig ugyanazt az eredményt adja

Műveletek erőforrásokon

	CRUD	safe	idempotent	cacheable
GET	read	**igen**	**igen**	**igen**
POST	create	nem	nem	nem
PUT	update/ create	nem	**igen**	nem
DELETE	delete	nem	**igen**	nem

POST: a szerver rendel hozzá azonosítót
PUT: a kliens határozza meg az azonosítót

Többféle adatreprezentáció

- HTML:
  - csak emberek számára
  - gyakran változhat a struktúra
  - számítógép számára formálisabb kell (pl. XML, JSON, stb.)
- Választani kell tudni a különböző reprezentációk között
- Egy lehetséges, de rossz megoldás:
  - `http://company1.com/2009/report.html`
  - `http://company1.com/2009/report.xml`
  - `http://company1.com/2009/report.xls`
- A helyes megoldás: “Accept” HTTP fejléc, pl.
  - `GET /2009/report HTTP/1.1`
  - `Host: company1.com`
  - `Accept: application/xml`
- Nem támogatott MIME típus esetén: HTTP 406 Error

Állapotmentes kommunikáció

- A REST önmagában állapotmentes
- De az alkalmazásnak lehet állapota:
  - erőforrásban tárolva (nem a memóriában)
  - kliens oldalon (üzenetcserénél mindig átküldve)
- Előnyök:
  - skálázhatóság: nem kell session-t fenntartani
  - különböző szerverpéldányok is kiszolgálhatnak egymás utáni kéréseket
  - a szerver leállítható, újraindítható két kérés között

REST kritikák

REST kritikák

- CRUD műveleteken kívül másra nem alkalmas
- Nincs interfészleíró
- Túl sok belső részletet elárul
- Tervezési guideline-ok hiánya
- Middleware funkciók hiánya
- Nincs publish-subscribe ill. aszinkron kommunikáció

CRUD műveleteken kívül más

- Lehet másra is használni, pl.:
  - `http://example.com/sum?a=2&b=3`
- De ez csalás:
  - az URI-nek egyértelműen azonosítania kell az erőforrást
- Mégsem csalás:
  - az erőforrás a kettő és a három összege
- Kérdés: melyik HTTP metódust használjuk itt?
  - GET jó lesz: hivatkozható, cache-elhető, nincs mellékhatás, safe, idempotent
- De: sok esetben szükség van mellékhatásra. Ekkor melyik HTTP metódust használjuk?
  - célszerűen: POST
  - a szerver válasza pedig egy URI az eredményre
  - az eredmény így redirect-tel megkapható, újrahasznosítható, cache-elhető, stb.

Nincs interfészleíró

- Interfészleíró:
  - leírja a műveleteket és a paraméterek típusát
  - a szemantikát nem
  - tipikus használat: kliens stub, szerver skeleton generálása
- REST:
  - csak 4 fajta művelet
  - adatok: tipikusan XML-ben => XSD
- Ajánlott megoldás:
  - szöveges leírás a műveletek szemantikájáról
  - pl. HTML leírás jön vissza egy GET hatására
- Ha mégis formális leírás kell:
  - WADL: Web Application Description Language
  - WSDL 2.0
  - de ezek nem nagyon támogatottak (Java világban van rá példa, .NET-ben egyáltalán nem)

Túl sok belső részlet

- A CRUD műveleteken kívül lehet más is
  - ez tetszőlegesen bonyolult lehet, akárcsak egy SOAP vagy RPC hívás
- A REST nem azt jelenti, hogy a belső adatreprezentációt publikálni kell
  - csak a szemlélet más: műveletközpontú helyett adatközpontú
- Szabály: az erőforrásokat csak URI-n keresztül szabad publikálni
  - így akár még egyszerűbb is a védelmük

Tervezési guideline-ok hiánya

- Nincsenek hivatalos best-practice-ek
- Nincs szabványos módja annak, hogyan oldjuk meg a felmerülő problémákat
- Nincs ajánlás arra, hogyan transzformáljuk át a szolgáltatásainkat REST-re
- Nincs ajánlás arra, hogyan nézzen ki egy URI
- Valóban, ezek a vádak igazak, de a józan ész és a tapasztalat segít

Middleware funkciók hiánya

- Nincs tranzakciókezelés:
  - valóban
- Nincs megbízható üzenetküldés
  - nem tudni, hogy egy művelet sikeres volt-e
  - ha HTTP 200 OK válasz jött: sikerült
  - ha nem jön válasz: nem tudni
  - de: az idempotens műveletek (GET, PUT, DELETE) újraküldhetők
  - POST esetén azonban vigyázni kell

Publish-subscribe, aszinkronitás

- REST: kliens-szerver modell
- Publish-subscribe:
  - RSS egy lehetséges megoldás
  - de: itt is a kliens kezdeményez
  - GET-tel, ami hatékonyan cache-elhető
  - ez a notification-by-polling
- Aszinkronitás:
  - ha a szerver hosszú műveletet végez
  - megoldás: válaszként HTTP 202 Accepted
  - lehetőségek:
    - a szerver visszaadja az eredmény URI-jét, amit a kliens pollozhat
    - a kliens ad egy URI-t a kérésben, ahol a szerver értesítheti őt

JAX-RS

JAX-RS

- JAX-RS: Java API for RESTful Web Services (JSR-311)
- Java osztályok leképzése REST erőforrásokra
- Java annotációk segítségével
- Fontosabb implementációk:
  - hivatalos (Sun-Oracle): Jersey
  - JBoss: RESTeasy
  - Apache CXF
  - Restlet

JAX-RS példa

- Application servlet:
  - általános servlet egy RESTful alkalmazáshoz
  - megadja, hogy mely osztályok vannak REST-ként publikálva
  - kell hozzá web.xml is
  - mindig így néz ki:

```
@javax.ws.rs.ApplicationPath("resources")
public class ApplicationConfig extends javax.ws.rs.core.Application {
}
```

Számológép példa

```
import javax.ws.rs.GET;
import javax.ws.rs.Path;
import javax.ws.rs.Produces;
import javax.ws.rs.QueryParam;

@Path("calculator")
public class Calculator
{
    @GET
    @Path("add")
    @Produces("text/plain")
    public String add(
            @QueryParam("left") double left,
            @QueryParam("right") double right)
    {
        return ""+(left+right);
    }
}
```

Csúnya, de a double nem működik:

javax.ws.rs.WebApplicationException
A message body writer for Java type, class java.lang.Double, and MIME media type, text/plain, was not found

http://localhost:8080/RestApp1/resources/calculator/add?left=3.0&right=5.0

Paraméterek

- Paraméter annotációk:
  - **@PathParam:** URI template paraméter (az URI egy darabja)
  - **@QueryParam:** URI query paraméter
  - **@MatrixParam:** URI mátrix paraméter
  - **@FormParam:** POST paraméter
  - **@CookieParam:** Cookie paraméter
  - **@HeaderParam:** HTTP header paraméter
- Támogatott típusok:
  - 1. primitív típusok
  - 2. olyan T típusok, amelyeknek van egy darab `String` paraméterrel rendelkező konstruktoruk
  - 3. olyan T típusok, amelyek statikus függvényként tartalmazzák a következő szignatúrájú metódusok valamelyikét:
    - `public static T valueOf(String)`
    - `public static T fromString(String)`
  - 4. `List<T>, Set<T>, SortedSet<T>`, ahol T a fenti 2-es vagy 3-as esetből kerül ki

Param példák

```
@Path("calculator")
public class Calculator {
    @POST
    @Path("add")
    public String add(@???Param("left") double left,
                      @???Param("right") double right) {…}
}
```

- @Path("add"), @QueryParam
  - http://…/calculator/add?left=3.0&right=5.0
- @Path("add/{left}/{right}"), @PathParam
  - http://…/calculator/add/3.0/5.0
- @Path("add"), @MatrixParam
  - http://…/calculator/add;left=3.0;right=5.0
- @Path("add"), @PostParam
  - http://…/calculator/add

Visszatérési érték

- Lehetséges visszatérési értékek:
  - **void, null:** üres válasz „204 No Content” státuszkóddal
  - **Response:** közvetlenül írható a válasz stream
  - **GenericEntity:** generikus típusok visszaadására (type erasure miatt)
  - egyéb típus
- Nem minden Java típus támogatott
  - pl. String igen, Double nem
  - megoldás:
    - MessageBodyReader
    - MessageBodyWriter

MessageBodyWriter

```
public interface MessageBodyWriter<T extends Object> {

    public boolean isWriteable(Class<?> type, Type genericType,
        Annotation[] annotations, MediaType mediaType);

    public long getSize(T t, Class<?> type, Type genericType,
        Annotation[] annotations, MediaType mediaType);

    public void writeTo(T t, Class<?> type, Type genericType,
        Annotation[] annotations, MediaType mediaType,
        MultivaluedMap<String, Object> httpHeaders,
        OutputStream entityStream)
            throws IOException, WebApplicationException;
}
```

MessageBodyWriter példa

```
@Produces("text/*")
@Provider
public class SimpleTypeWriter implements MessageBodyWriter
{
    @Override
    public boolean isWriteable(Class type,
                               Type genericType,
                               Annotation[] annotations,
                               MediaType mediaType)
    {
        return type.equals(Integer.class) ||
               type.equals(Double.class);
    }

…
```

MessageBodyWriter példa

```
…

    @Override
    public long getSize(Object t, Class type,
                        Type genericType,
                        Annotation[] annotations,
                        MediaType mediaType)
    {
        return -1;
    }

…
```

MessageBodyWriter példa

```
…
    @Override
    public void writeTo(Object t,
                        Class type,
                        Type genericType,
                        Annotation[] annotations,
                        MediaType mediaType,
                        MultivaluedMap httpHeaders,
                        OutputStream entityStream)
            throws IOException, WebApplicationException
    {
        BufferedWriter writer =
            new BufferedWriter(
                new OutputStreamWriter(entityStream));
        writer.write(t.toString());
        writer.flush();
    }
}
```

Számológép példa revisited

```
import javax.ws.rs.GET;
import javax.ws.rs.Path;
import javax.ws.rs.Produces;
import javax.ws.rs.QueryParam;

@Path("calculator")
public class Calculator
{
    @GET
    @Path("add")
    @Produces("text/plain")
    public double add(
            @QueryParam("left") double left,
            @QueryParam("right") double right)
    {
        return left+right;
    }
}
```

Mostmár működik

http://localhost:8080/RestApp1/resources/calculator/add?left=3.0&right=5.0

HTTP methods, mime-types

- HTTP method annotációk:
  - @GET, @POST, @PUT, @DELETE, @HEAD
- HTTP content-type annotációk:
  - @Consumes: milyen formátumú bemeneteket fogad az operáció
  - @Produces: milyen formátumú kimeneteket képes előállítani az operáció

XML és JSON

- Bemenő paraméterek és az eredmény formátuma legtöbbször XML vagy JSON
- Jó hír: egységesen kezelhetők
- JAXB technológia:
  - Java-XML leképzés, sorosítás
  - eredetileg SOAP-típusú web szolgáltatásokhoz
  - de XML mellett mostmár JSON-ra is alkalmas

XML és JSON példa

sample/package-info.java:

```
@javax.xml.bind.annotation.XmlSchema(
    namespace="",
    elementFormDefault=javax.xml.bind.annotation.XmlNsForm.QUALIFIED)
package sample;
```

Kliens oldali JSON miatt üres!

sample/Person.java:

```
@XmlRootElement
@XmlType
@XmlAccessorType(XmlAccessType.FIELD)
public class Person {
    @XmlElement    private String name;
    @XmlElement    private int age;
    @XmlElement    private List<Person> friends;

    public Person() {
        this.friends = new ArrayList<Person>();
    }
…
}
```

XML és JSON példa

```
@Path("person")
public class PersonService {
    @GET
    @Path("getpb")
    @Produces("application/json")
    public Person getPerson() {
        Person pb = new Person();
        pb.setName("Peter Bishop");
        pb.setAge(27);
        Person od = new Person();
        od.setName("Olivia Dunham");
        od.setAge(26);
        pb.getFriends().add(od);
        Person bod = new Person();
        bod.setName("Bolivia Dunham");
        bod.setAge(26);
        pb.getFriends().add(bod);
        return pb;
    }
}
```

XML eredmény

```
curl -v -X GET -H"Accept: application/xml"
  http://localhost:8080/RestApp1/resources/person/getpb
```

```
> GET /RestApp1/resources/person/getpb HTTP/1.1
> User-Agent: curl/7.20.1 (i686-pc-cygwin) …
> Host: localhost:8080
> Accept: application/xml
>
< HTTP/1.1 200 OK
< X-Powered-By: Servlet/3.0
< Server: GlassFish Server Open Source Edition 3.0.1
< Content-Type: application/xml
< Content-Length: 227
< Date: Sun, 13 Mar 2011 12:21:17 GMT
<
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<person><name>Peter Bishop</name><age>27</age>
<friends><name>Olivia Dunham</name><age>26</age></friends>
<friends><name>Bolivia Dunham</name><age>26</age></friends>
</person>
```

JSON eredmény

```
curl -v -X GET -H"Accept: application/json"
  http://localhost:8080/RestApp1/resources/person/getpb
```

```
> GET /RestApp1/resources/person/getpb HTTP/1.1
> User-Agent: curl/7.20.1 (i686-pc-cygwin) …
> Host: localhost:8080
> Accept: application/json
>
< HTTP/1.1 200 OK
< X-Powered-By: Servlet/3.0
< Server: GlassFish Server Open Source Edition 3.0.1
< Content-Type: application/json
< Transfer-Encoding: chunked
< Date: Sun, 13 Mar 2011 12:21:19 GMT
<
{"name":"Peter Bishop","age":"27",
"friends":[{"name":"Olivia Dunham","age":"26"},
{"name":"Bolivia Dunham","age":"26"}]}
```

REST kliens

- Nem része a JAX-RS specifikációnak
- Mindenki máshogyan implementálja
- Jersey (Sun-Oracle):
  - csak alacsony szintű hozzáférés
- RESTeasy (JBoss):
  - van alacsony szintű hozzáférés is
  - de lehet típusosan (annotált interfész) is használni

Jersey kliens

```
import com.sun.jersey.api.client.Client;
import com.sun.jersey.api.client.WebResource;
import com.sun.jersey.api.client.config.ClientConfig;
import com.sun.jersey.api.client.config.DefaultClientConfig;
import javax.ws.rs.core.MediaType;

public class PersonClient {
    private WebResource webResource;
    private Client client;
    private static final String BASE_URI =
        "http://localhost:8080/RestApp1/resources";

    public PersonClient() {
        ClientConfig config = new DefaultClientConfig();
        client = Client.create(config);
        webResource = client.resource(BASE_URI).path("person");
    }
    public void close() {
        client.destroy();
    }
…
```

Jersey kliens

```
…

    public Person getPersonPB_XML() {
        Person pb = webResource.
                        path("getpb").
                        accept(MediaType.APPLICATION_XML_TYPE).
                        get(Person.class);
        return pb;
    }

    public Person getPersonPB_JSON() {
        Person pb = webResource.
                        path("getpb").
                        accept(MediaType.APPLICATION_JSON_TYPE).
                        get(Person.class);
        return pb;
    }

}
```

Jersey kliens főprogram

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        PersonClient pc = new PersonClient();
        try{
            Person pbx = pc.getPersonPB_XML();
            System.out.println("XML: "+pbx.getName());
            Person pbj = pc.getPersonPB_JSON();
            System.out.println("JSON: "+pbj.getName());
        } finally {
            pc.close();
        }
    }
}
```

WCF és REST

WCF és REST

- WCF használható REST-re is
  - ahogy SOAP webszolgáltatásokra is
- Az attribútumok ugyanazok: ServiceContract, OperationContract, DataContract, stb.
  - További attribútumok: WebGet, WebInvoke
    - az URL formátumát definiálják
- A konfiguráció hasonló
  - A használandó binding: webHttpBinding
- További információ:
  - http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dd315413.aspx

Elosztott szolgáltatások megvalósítására alkalmas technológiák

Elosztott technológiák

- RMI
- CORBA
- WS
- REST

Elosztott technológiák

	RMI	CORBA	WS	REST
Elosztott	x	x	x	x
Szabványos		x	x	x
Programnyelv-független		x	x	x
Széles körű támogatás		x	x	x
Egyszerű	x			x
Egyszerű API	x		x	x
Gyors	x	x		x
Biztonság, tranzakciók			x	

Elosztott technológiák

	RMI	CORBA	WS	REST
Protokoll	RMI	IIOP	SOAP	HTTP
Interfészleíró	Java interface	IDL	WSDL	nincs/ WADL
Katalógus	JNDI	Naming Service	UDDI	-