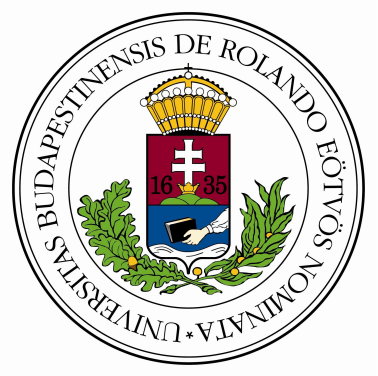
Programozási nyelvek – Java

Hatodik előadás



Kozsik Tamás

ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem

OOP paradigma

- Absztrakció
  - Egységbe zárás
  - Információ elrejtés
- Öröklődés
- Altípusos polimorfizmus
- Dinamikus kötés

Outline

Öröklődés (inheritance)

```
class A extends B { ... }
```

- Egy típust egy másik típusból származtatunk
  - Csak a különbségeket kell megadni: A Δ B
  - Újrafelhasználás
- Itt: az `A` a gyermekosztálya a `B` szülőosztálynak
- Tranzitivitás: leszármazott osztály – ősosztály
  - alosztály: subclass, derived class
  - bázisosztály: super class, base class
- Körkörösség kizárva!

Öröklődéssel definiált osztály

- A szülőosztály tagjai átöröklődnek
- Újabb tagokkal bővíthető (Java: `extends`)
- Megörökölt példánymetódusok újradefiniálhatók
  - ... és újradeklarálhatók

```
public class Date {
    public final int year, month, day;
    public Date( int year, int month, int day ){ ... }
}
```

```
public class Time extends Date {
    public final int hour, minute;
    public Time( int y, int m, int d, int hour, int minute ){ ... }
}
```

A konstruktor(ok) megírandó(k)!

```
class Date {
    private int year, month, day;
    Date( int year, int month, int day ){
        this.year  = year; ...
    }
    ...
}

class Time extends Date {
    private int hour, minute;
    Time( int y, int m, int d, int hour, int minute ){
        super(y,n,d);              // szülőosztály konstruktorát
        this.hour = hour; ...
    }
    ...
}
```

Öröklődéssel definiált interface

Adatszerkezetek bejárásához

```
package java.util;
public interface Iterator<E> {
    boolean hasNext();
    E next();
}
```

Új műveletekkel való kibővítés

```
package java.util;
public interface ListIterator<E> extends Iterator<E> {
    boolean hasPrevious();
    E previous();
    ...
}
```

Típusok közötti származtatás

- Interface `extends` interface
- Osztály `implements` interface
- Osztály `extends` osztály

Többszörös öröklődés

(Multiple inheritance)

- Egy típust több más típusból származtatunk
- Javában: több interface-ből
- Problémákat vet fel

Példák

OK

```
package java.util;
public class Scanner implements Closeable, Iterator<Sring> { ... }
```

OK

```
interface PoliceCar extends Car, Emergency { ... }
```

Hibás

```
    class PoliceCar extends Car, Emergency { ... }
```

Különbség class és interface között

- Osztályt lehet példányosítani
  - `abstract class`?
- Osztályból csak egyszeresen örökölhetünk
  - `final class`?
- Osztályban lehetnek példánymezők
  - interface-ben: `public static final`
- Osztályban nem csak `public` lehet

abstract class

- Részlegesen implementált osztály
  - Tartalmazhat `abstract` metódust
- Nem példányosítható
- Származtatással konkretizálhatjuk

```
package java.util;
public abstract class AbstractList<E> implements List<E> {
    ...
    public abstract E get( int index );  // csak deklarálva
    public Iterator<E> iterator(){ ... } // implementálva
    ...
}
```

Konkretizálás

```
public abstract class AbstractCollection<E> implements Collection<E>
    ...
    public abstract int size();
}
```

```
public abstract class AbstractList<E> extends AbstractCollection<E>
                                              implements List<E> {
    ...
    public abstract E get( int index );
}
```

```
public class ArrayList<E> extends AbstractList<E> {
    ...
    public int size(){ ... }              // implementálva
    public E get( int index ){ ... }      // implementálva
}
```

Öröklődésre tervezés

- Könnyű legyen származtatni belőle
- Ne lehessen elrontani a típusinvariánst

protected láthatóság

```
package java.util;
public abstract class AbstractList<E> implements List<E> {
    ...
    protected int modCount;
    protected AbstractList(){ ... }
    protected void removeRange(int fromIndex, int toIndex){ ... }
    ...
}
```

- Ugyanabban a csomagban
- Más csomagban csak a leszármazottak

`private` $\subseteq$ félnyilvános (package-private) $\subseteq$ `protected` $\subseteq$ `public`

A private tagok nem hivatkozhatók a leszármazottban!

```
class Counter {
    private int counter = 0;
    public int count(){ return ++counter; }
}

class SophisticatedCounter extends Counter {
    public int count( int increment ){
        return counter += increment;   // fordítási hiba
    }
}
```

Javítva

```
class Counter {
    private int counter = 0;
    public int count(){ return ++counter; }
}

class SophisticatedCounter extends Counter {
    public int count( int increment ){
        if( increment < 1 ) throw new IllegalArgumentException();
        while( increment > 1 ){
            count();
            --increment;
        }
        return count();
    }
}
```

protected

```
package my.basic.types;
public class Counter {
    protected int counter = 0;
    public int count(){ return ++counter; }
}
```

```
package my.advanced.types;
class SophisticatedCounter extends my.basic.types.Counter {
    public int count( int increment ){
        return counter += increment;
    }
}
```

final class

```
package java.lang;
public final class String implements ... { ... }
```

- Nem lehet belőle leszármaztatni
- Módosíthatatlan (immutable) esetben nagyon hasznos

Mi lehet egy interface-ben?

- Absztrakt (példány)metódus
- [Statikus metódus]
- [Példánymetódus `default` implementációval]
- Konstansdefiníció

Réges-régen, egy messzi-messzi galaxisban...

```
interface Color {
    int BLACK = 0;    // public static final
    int WHITE = 1;
    int GREEN = 2;
    ...
}
```

Felsorolási típus

```
enum Color { BLACK, WHITE, GREEN }
```

- Nem példányosítható
- Nem származtatható le belőle
- Használható `switch`-utasításban
- ...

Az öröklődés két aspektusa

- Kódöröklés
- Altípusképzés

Outline

Altípus fogalma

A <: B

LSP: Liskov's Substitution Principle

Egy *A* típus altípusa a *B* (bázis-)típusnak, ha az *A* egyedeit használhatjuk a *B* egyedei helyett, anélkül, hogy ebből baj lenne.

Öröklődés $\Rightarrow$ altípusosság

class A implements I

$A\ \Delta_{ci}\ I \Rightarrow A <: I$

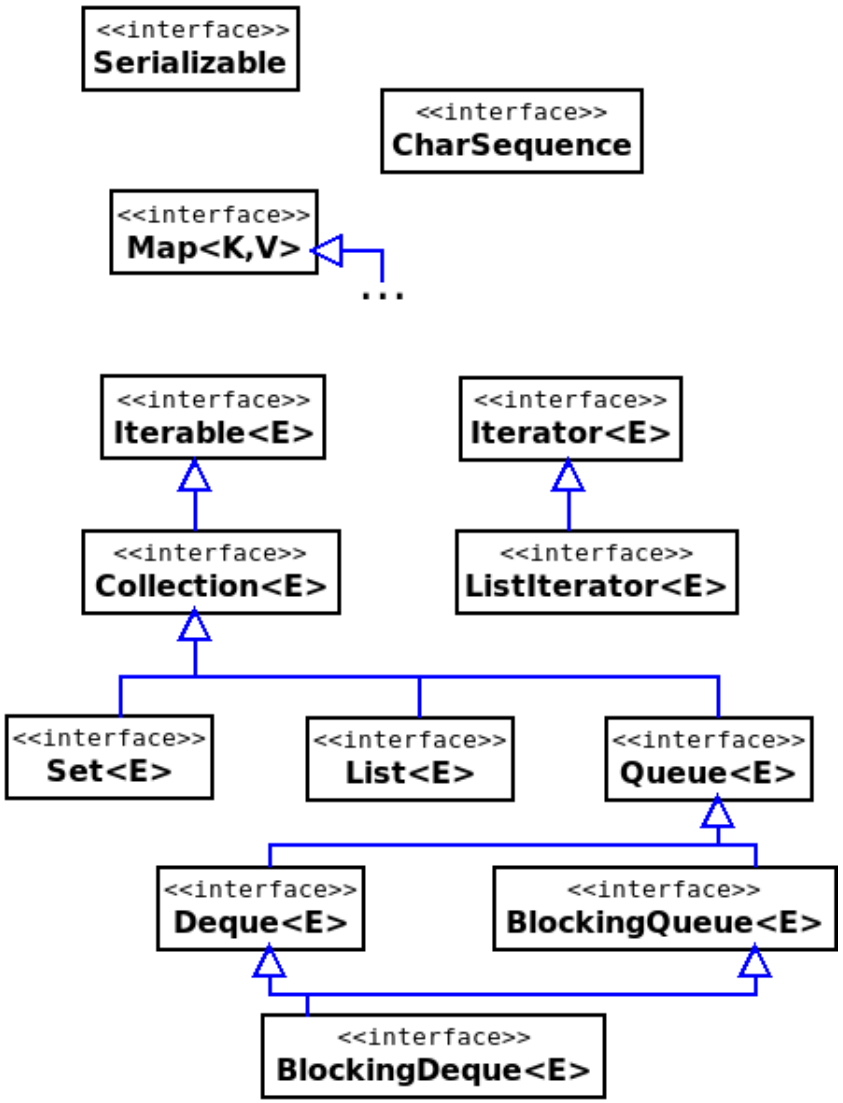
class A extends B

$A\ \Delta_{c}\ B \Rightarrow A <: B$

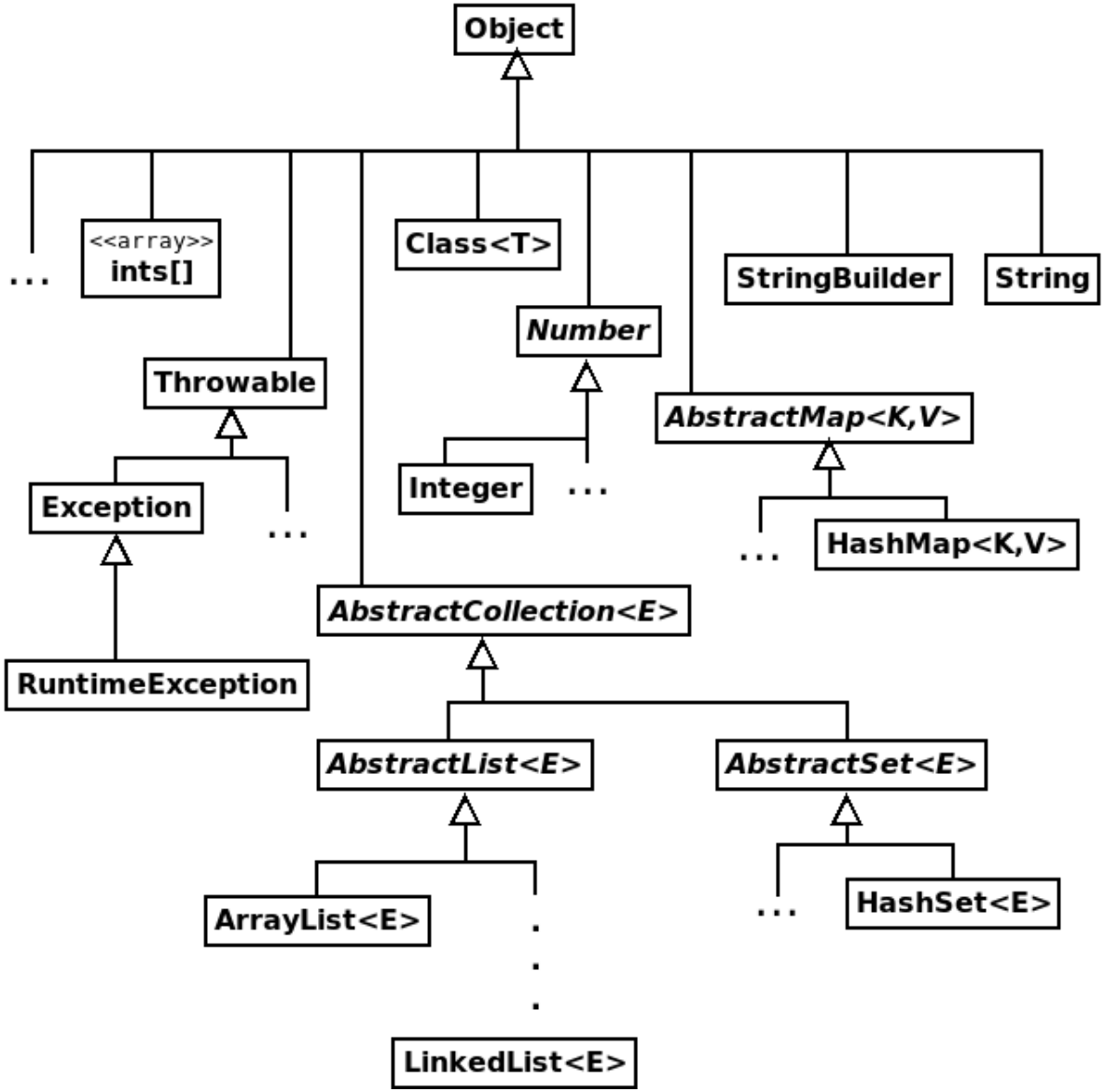
interface I extends J

$I\ \Delta_{i}\ J \Rightarrow I <: J$

Interface-ek hierarchiája a Javában (részlet)



Osztályok hierarchiája a Javában (részlet)



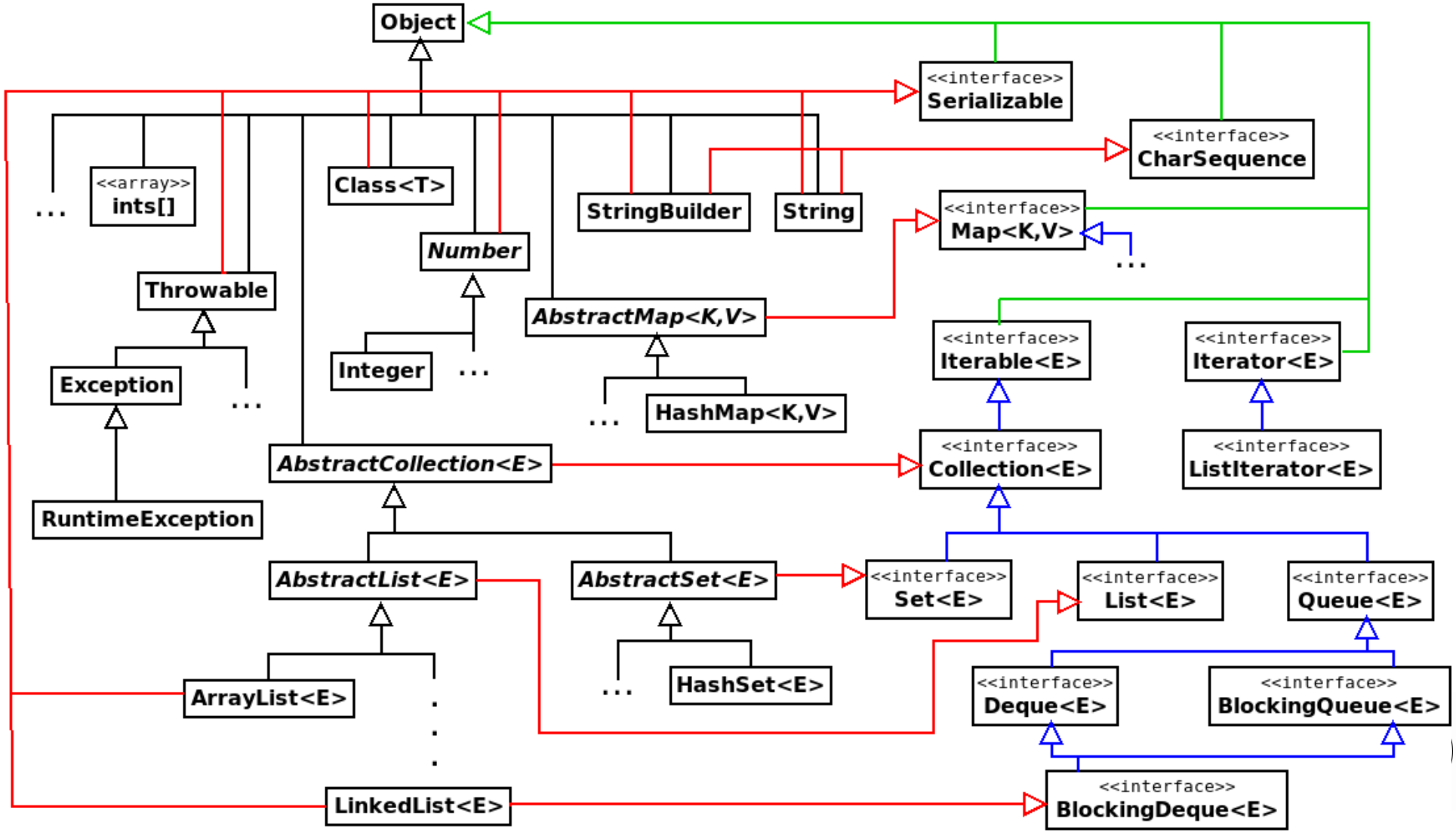
java.lang.Object

Minden osztály belőle származik, kivéve önmagát!

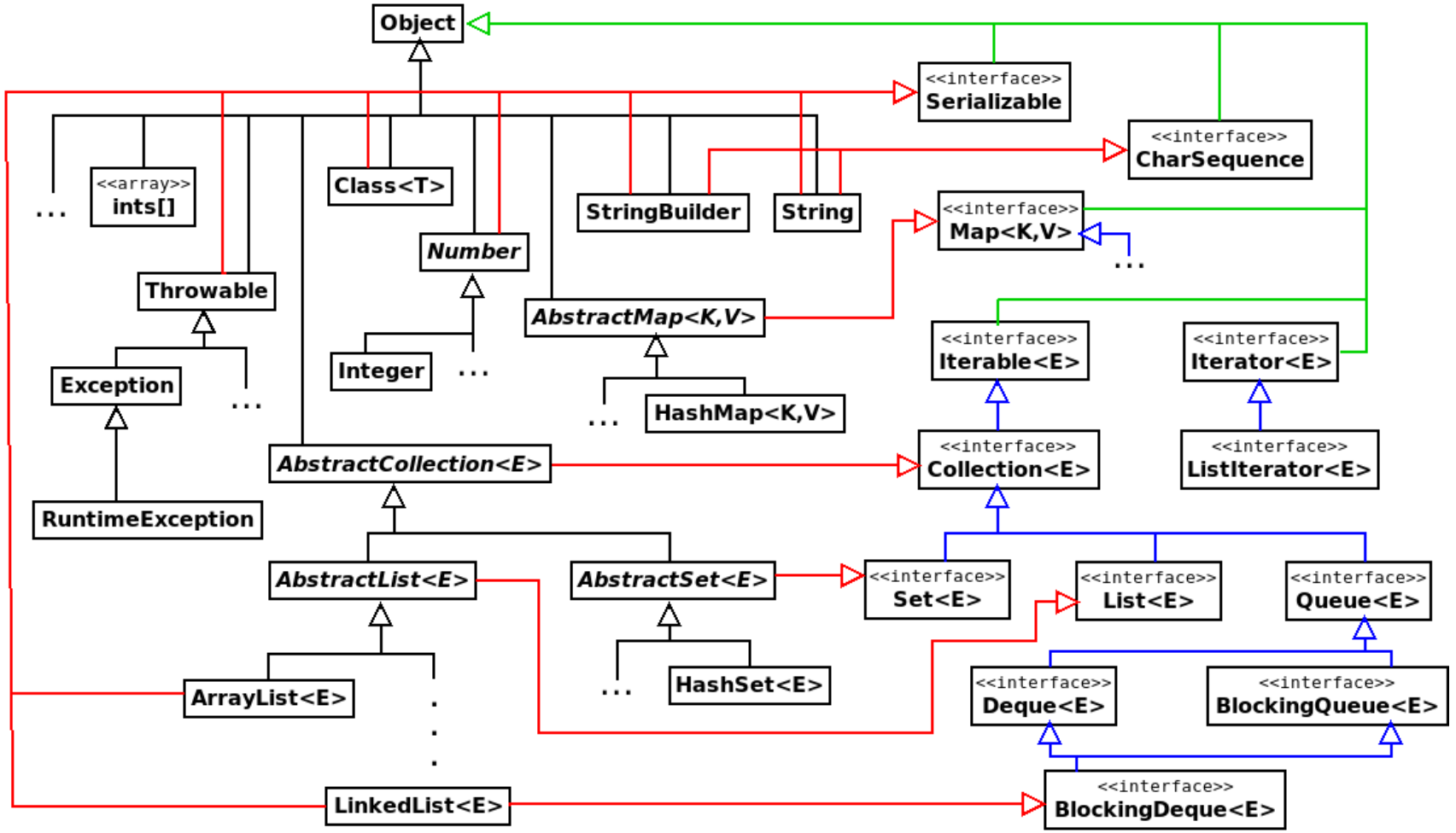
```
package java.lang;
public class Object {
    public Object(){ ... }
    public String toString(){ ... }
    public int hashCode(){ ... }
    public boolean equals( Object that ){ ... }
    ...
}
```

Referenciatípusok hierarchiája a Javában (részlet)

körmentes irányított gráf (DAG: directed acyclic graph)



Típusok hierarchiája a Javában (részlet)



boolean
char
byte
short
int
long
float
double

Minden a java.lang.Object-ből származik

... kivéve a primitív típusokat!

```
class A {}
```

```
class A extends java.lang.Object {
    A(){            // generated default constructor
        super();    // calls no-arg constructor of parent
    }
}
```

Konstruktorok egy osztályban

- Egy vagy több explicit konstruktor
- Alapértelmezett konstruktor

Konstruktor törzse

Első utasítás

- Explicit `this`-hívás
- Explicit `super`-hívás
- Implicit (generálódó) `super()`-hívás (no-arg!)

Többi utasítás

Nem lehet `this`- vagy `super`-hívás!

Érdekes hiba

Ártatlannak tűnik

```
class Base {
    Base( int n ){}
}

class Sub extends Base {}
```

Jelentése

```
class Base extends Object {
    Base( int n ){
        super();
    }
}

class Sub extends Base {
    Sub(){ super(); }
}
```

Altípus reláció

$$<: \quad = \quad (\Delta_c \cup \Delta_i \cup \Delta_{ci} \cup \Delta_o)^*$$

- Δ_o jelentése: minden a `java.lang.Object`-ből származik
- ϱ^* jelentése: ϱ reláció reflexív, tranzitív lezártja
  - Ha `A` ϱ `B`, akkor `A` ϱ^* `B`
  - Reflexív lezárt: `A` ϱ^* `A`
  - Tranzitív lezárt: ha `A` ϱ^* `B` és `B` ϱ^* `C`, akkor `A` ϱ^* `C`

Ez egy parciális rendezés (RAT)!

A dinamikus típus a statikus típus altípusa

Ha `A` $<:$ `B`, akkor

- `B v = new A();` helyes
- `void m( B p )...` esetén `m(new A())` helyes

Specializálás

- Az altípus „mindent tud”, amit a bázistípus
- Az altípus speciálisabb lehet
- Ez az *is-egy* reláció
  - `Car` *is-a* `Vehicle`
  - `Boat` *is-a* `Vehicle`
- Emberi gondolkodás, OO modellezés

Többszörös altípusképzés

- Egy fogalom több általános fogalom alá tartozhat
  - `PoliceCar` *is-a* `Car` **és** *is-a* `EmergencyVehicle`
  - `FireBoat` *is-a* `Boat` **és** *is-a* `EmergencyVehicle`
- Összetett fogalmi modellezés Javában: `interface`

Altípusos polimorfizmus

Ha egy kódbázist megírtunk, újrahasznosíthatjuk speciális típusokra!

- Általánosabb típusok helyett használhatunk altípusokat
- Több típusra is működik a kódbázis: polimorfizmus

Újrafelhasználhatóság!

Kivételosztályok hierarchiája

- java.lang.Throwable
  - java.lang.Exception
    - java.sql.SQLException
    - java.io.IOException
      - java.io.FileNotFoundException
    - ...
    - saját kivételek általában ide kerülnek
    - java.lang.RuntimeException
      - java.lang.NullPointerException
      - java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException
      - java.lang.IllegalArgumentException
      - ...
  - java.lang.Error
    - java.lang.VirtualMachineError
    - ...

Nem ellenőrzött kivételek

- `java.lang.RuntimeException` és leszármazottjai
- `java.lang.Error` és leszármazottjai

Egyes alkalmazási területen akár ezek is kezelendők!

Kivételkezelő ágak

```
try {
    ...
} catch( FileNotFoundException e ){
    ...
} catch( EOFException e ){
    ...
} // nem kezeltük a java.net.SocketException-t
```

Speciálisabb-általánosabb kivételkezelő ágak

```
try {
    ...
} catch( FileNotFoundException e ){
    ...
} catch( EOFException e ){
    ...
} catch( IOException e ){  // minden egyéb IOException
    ...
}
```

Fordítási hiba: elérhetetlen kód

```
try {
    ...
} catch( FileNotFoundException e ){
    ...
} catch( IOException e ){  // minden egyéb IOException
    ...
} catch( EOFException e ){ // rossz sorrend!
    ...
}
```

Outline

Példánymetódusok felüldefiniálhatók

redefine/override an instance method

```
package java.lang;
public class Object {
    public String toString(){ ... }
    ...
}
```

```
public class Date {
    ...
    @Override public String toString(){
        return year + "." + month + "." + day + ".";
    }
}
```

És újra felüldefiniálhatók

```
public class Date {
    ...
    @Override public String toString(){
        return year + "." + month + "." + day + ".";
    }
}
```

```
public class Time extends Date {
    ...
    @Override public String toString(){
        return year + "." + month + "." + day + ". " +
               hour + ":" + minute;
    }
}
```

Meghívható a szülőben adott implementáció

```
public class Date {
    ...
    @Override public String toString(){
        return year + "." + month + "." + day + ".";
    }
}
```

```
public class Time extends Date {
    ...
    @Override public String toString(){
        return super.toString() + " " +
                hour + ":" + minute;
    }
}
```

Túlterhelés és felüldefiniálás

```
package java.lang;
public final class Integer extends Number {
    ...
    @Override public String toString(){ ... }
    public static String toString( int i ){ ... }
    public static String toString( int i, int radix ){ ... }
    ...
}
```

Különbségtétel

Túlterhelés

- Ugyanazzal a névvel, különböző paraméterezéssel
- Megörökölt és bevezetett műveletek között
- Fordító választ az aktuális paraméterlista szerint

Felüldefiniálás

- Bázisosztályban adott műveletre
- Ugyanazzal a névvel és paraméterezéssel
  - Ugyanaz a metódus
  - Egy példánymetódusnak lehet több implementációja
- Futás közben választódik ki a „legspeciálisabb” implementáció

Dinamikus kötés

dynamic/late binding

```
Time t = new Time(2003,11,22,17,25);
Date d = t;       // altípusosság (up-cast)
Object o = d;

System.out.println( t.toString() );  // 2003.11.22. 17:25
System.out.println( d.toString() );
System.out.println( o.toString() );
```

Példánymetódus hívásához használt kitüntetett paraméter dinamikus típusához legjobban illeszkedő implementáció hajtódik végre.

A statikus és a dinamikus típus szerepe

Statikus típus

Mit szabad csinálni a változóval?

- Statikus típusellenőrzés

```
Object o = new Date(1970,1,1);
o.setYear(2000);  // fordítási hiba
```

Dinamikus típus

- Melyik implementációját egy felüldefiniált műveletnek?

```
Object o = new Date(1970,1,1);
System.out.println(o);  // toString() impl. kiválasztása
```

- Dinamikus típusellenőrzés

Típuskényszerítés (down-cast)

- A „`(Date)o`” kifejezés statikus típusa `Date`
- Ha `o` dinamikus típusa `Date`, akkor működik
- Ha nem, `ClassCastException` lép fel (futási hiba)

Dinamikus típusellenőrzés

- Futás közben, dinamikus típus alapján
- Pontosabb, mint a statikus típus
  - Altípus lehet
- Rugalmasság
- Biztonság: csak ha explicit kérjük (type cast)

```
Object o = new Time(2003,11,22,17,25);
...
if( o instanceof Date ){
    ((Date)o).setYear(2000);
}
```

Statikus és dinamikus típus: összefoglalás

Változók, paraméterek, kifejezések esetén

Statikus

- Deklarált
- Osztály/interface
- Állandó
- Fordítási időben ismert
- Általánosabb
- Statikus típusellenőrzéshez
- Biztonságot ad

Dinamikus

- Tényleges
- Osztály
- Változhat futás közben
- Futási időben derül ki
- Speciálisabb
- Dinamikus típusellenőrzéshez
- Rugalmasságot ad

Dinamikus típus ábrázolása futás közben

- `java.lang.Class` osztály objektumai
- Futás közben lekérhető

```
Object o = new Time(2003,11,22,17,25);
Class c = o.getClass();   // Time.class
Class cc = c.getClass();  // Class.class
```

Dinamikus kötés megörökölt metódusban is!

```
public class Date {
    ...
    @Override public String toString(){ ... }
    public void print(){
        System.out.println( toString() );
    }
}
```

```
public class Time extends Date {
    ...
    @Override public String toString(){ ... }
}
```

```
Object o = new Time(2003,11,22,17,25);
((Date)o).print();
```

Dinamikus kötés: csak példánymetódusra

- *Felüldefiniálni* csak példánymetódust lehet
  - ha nem `final`
- *Megvalósítani* `abstract`-ot, pl. `interface`-ből

Kell a kitüntetett paraméter (dinamikus típusa)

Mező és osztályszintű metódus nem definiálható felül

Elfedési szabályok...

Példa: equals-metódus

- *Tartalmi* egyenlőségvizsgálat referenciatípusokra

```
Date d1 = new Date(1970,1,1);
Date d2 = new Date(1970,1,1);
System.out.println( d1 == d2 );
System.out.println( d1.equals(d2) );
```

- Egy equals metódus sok (rész)implementációval
  - Együttesen adnak egy összetett implementációt
- Szerződése betartandó
  - Determinisztikus
  - Ekvivalencia-reláció (RST)
  - Igaz ez: `a == null || a.equals(null) == false`
  - Konzisztens a hashCode metódussal

Szabályos felüldefiniálás

```
package java.lang;
public class Object {
    ...
    public boolean equals( Object that ){ return this == that; }
    public int hashCode(){ ... }
}
```

```
public class Date {
    ...
    @Override public boolean equals( Object that ){
        if( that != null && getClass().equals(that.getClass()) ){
            Date d = (Date)that;
            return year == d.year && month == d.month && ... ;
        } else return false;
    }
    public int hashCode(){ return 512*year + 32*month + day; }
}
```

Jellemző hiba

```
package java.lang;
public class Object {
    ...
    public boolean equals( Object that ){ return this == that; }
    public int hashCode(){ ... }
}
```

Fordítási hiba a @Override-nak köszönhetően

```
public class Date {
    ...
    @Override public boolean equals( Date that ){
        return that != null && year == that.year && && ... ;
    }
    public int hashCode(){ return 512*year + 32*month + day; }
}
```

Nagyon valószínű, hogy bug, és egyben rossz gyakorlat

```
package java.lang;
public class Object {
    ...
    public boolean equals( Object that ){ return this == that; }
    public int hashCode(){ ... }
}
```

Túlterhelés, nincs dinamikus kötés

```
public class Date {
    ...
    public boolean equals( Date that ){
        return that != null && year == that.year && && ... ;
    }
    public int hashCode(){ return 512*year + 32*month + day; }
}
```