Typhierarkier del 1

Gränssnitt, ärvning mellan gränssnitt, ärvning mellan klasser

Hur används *hierarkier* för att modellera *nära relaterade typer*?

TDDD78, TDDE30 – jonas.kvarnstrom@liu.se – 2024

Nu:

De viktigaste begreppen

Pragmatisk användning av hierarkier, ärvning

Nästa:

Paus från ärvning

Programmering av grafiska gränssnitt i Java

Lite senare:

Hierarkier och ärvning del 2

Vad händer på ett djupare plan?

Fler begrepp…

Motivering 1: Verkligheten

Klasser med olikheter

- Vi har pratat om **klasser** av objekt

Tydliga olikheter
→
separata klasser

Liknande objekt

- Men om objekten är "**ganska lika**"?
  - **En** klass: Generella **motorfordon**?
  - **Tre** klasser: Bilar, bussar och lastbilar?
  - **Fem** klasser: Bil, lätt lastbil, tung lastbil, minibuss, buss?

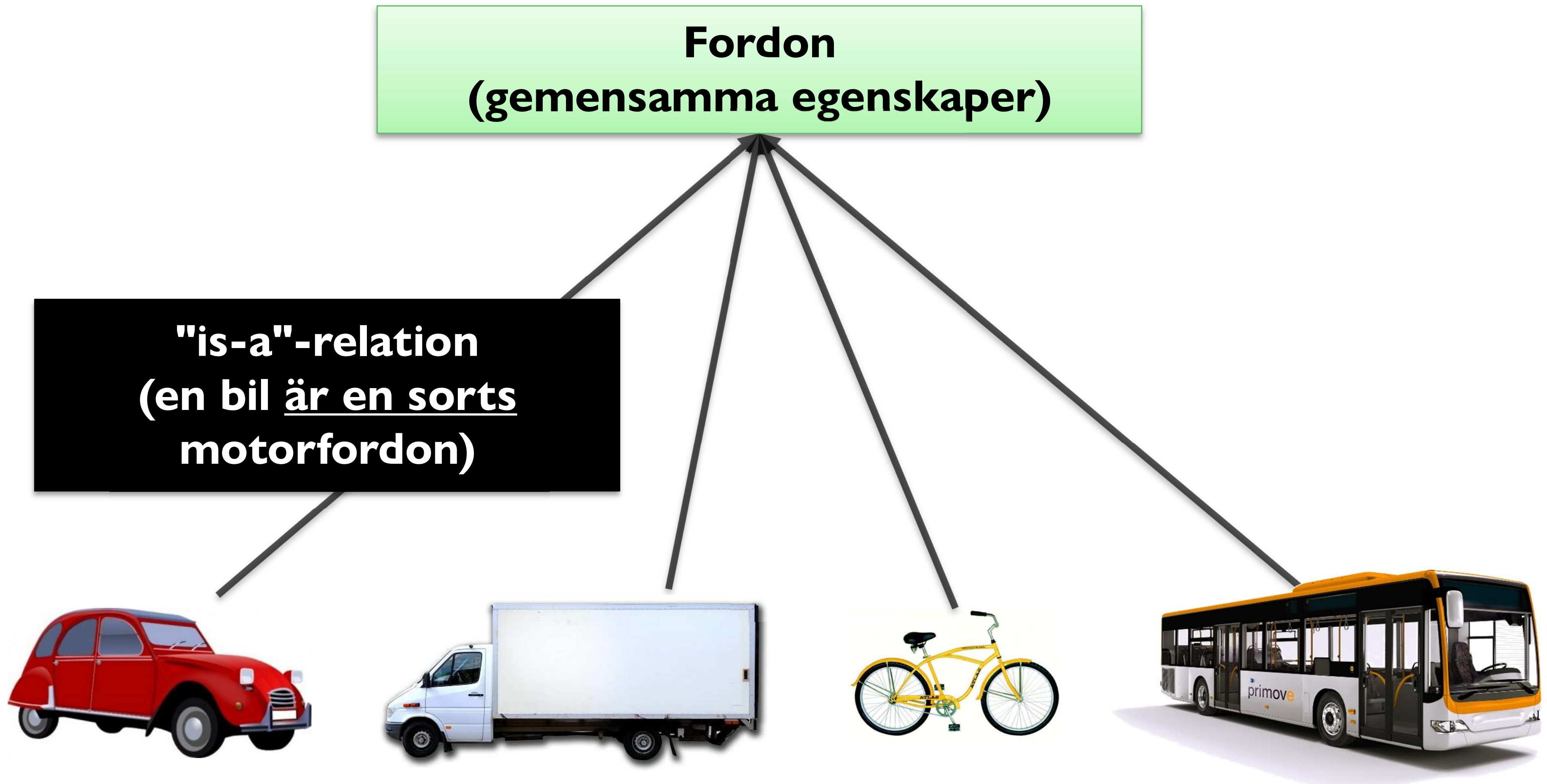
Bra: Vi kan **generalisera**…
"Detta gäller alla motorfordon"

Bra: Vi kan vara **specifika**…
"Detta gäller bara bussar"

Hierarkier av klasser

jonkv@ida

- Vi kan ha **hierarkier** med **både** generella och specifika klasser!



Hierarkier och delmängder

- En bil **är ett** fordon…

Objekt av typ Fordon

Objekt av typ Bil *Alla* bilar är fordon	**…Cykel**	**…Buss**	**…**

Med denna hierarki:
En Bil kan aldrig vara en Buss, är alltid ett Fordon

Motivering 2: Datastrukturer

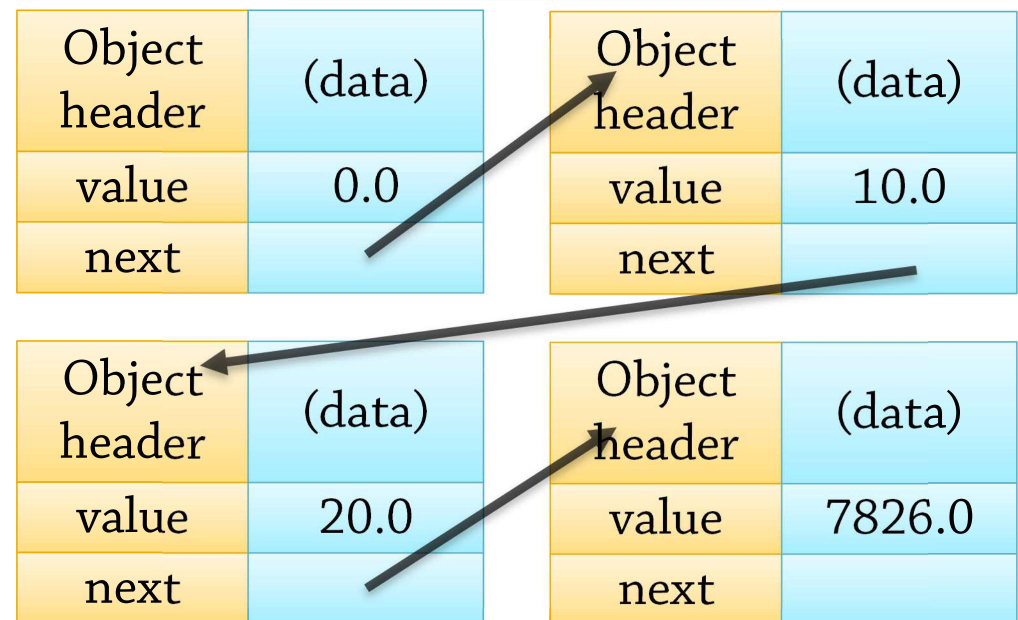
Liknande datatyper (1)

- Flera sätt att lagra **listor**!

"Linjärt" i minnet…

Object header	(data)
pos 0	0.0
pos 1	10.0
pos 2	20.0
⋮	⋮
237000	7826.0

Länkad lista…



Snabbt att slå upp element 92000:
Adress = liststart + 92000 * elementstorlek

Långsamt att stoppa in ett element:
Måste flytta alla efterföljande element

Långsamt att slå upp element 92000:
Gå till start, följ pekare 92000 gånger

Snabbt att stoppa in ett element:
Ändra två pekare

Liknande datatyper (2)

- **<u>Många</u>** olika implementationer: LinkedList, ArrayList, SkipList, …
  - Mycket **<u>gemensamt</u>** – t.ex. vilka **<u>metoder</u>** som **<u>finns</u>**
    - int size();
    - Object get(int index);
    - void set(int index, Object element);
  - Stora skillnader i **<u>kod</u> (metoder, fält)** ➔ **<u>olika klasser</u>**

LinkedList	**ArrayList**	**SkipList**
		…
size(): int **get**(int pos): Object **add**(Object element): Object **set**(int pos, Object element): void **insert**(…): void	**size**(): int **get**(int pos): Object **add**(Object element): Object **set**(int pos, Object element): void	**size**(): int **get**(int pos): Object **add**(Object element): Object **set**(int pos, Object element): void

Liknande datatyper (3)

- Om vi måste ange **exakt typ** för parameter, returvärde:

```
public void quicksort(ArrayList someList) {
    // Kräver ArrayList!

    // Men skulle fungera med många
    // klasser som har size(), get(), set(),
}
```

```
public ArrayList getNames() {
    // Lovar att returnera ArrayList!
    // Anropare kan förlita sig på detta
    // ➔ måste fortsätta med samma typ…
}
```

Duck Typing

Python

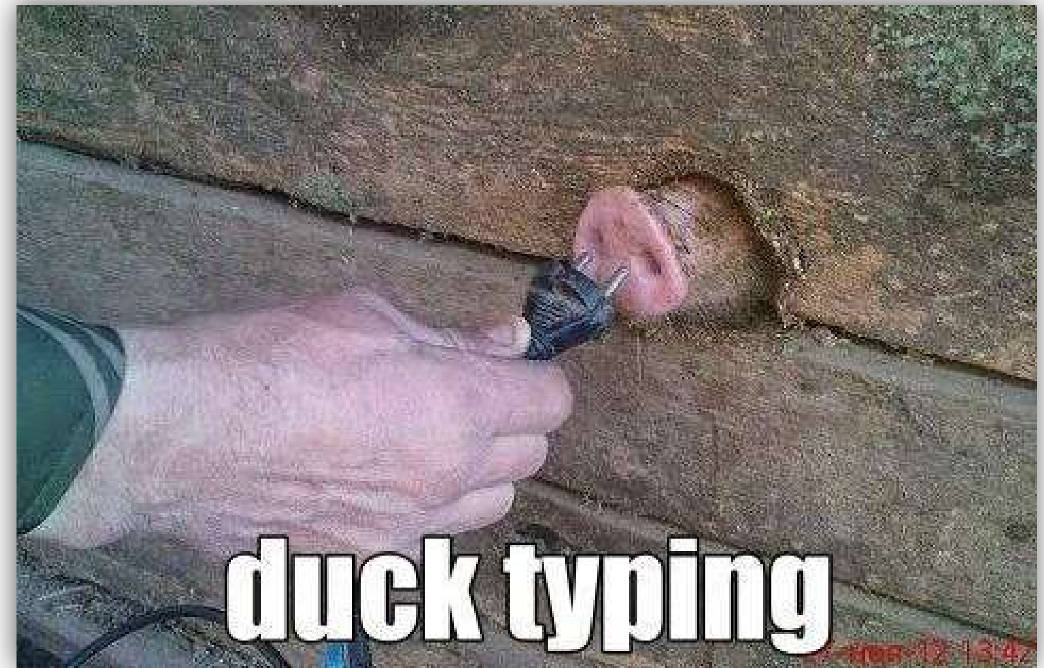
```
class ArrayList:
    def extend(self, list):
        …

class LinkedList:
    def extend(self, list):
        …

def add_lists(list1, list2):
    list1.extend(list2)
    return list1
```

Även om vi har en ArrayList-klass:

Parametertyp anges inte – kontrollera vid körning om objektet har extend()!

Duck Typing:
When I see a bird that walks like a duck and swims like a duck and quacks like a duck, I call that bird a duck
– *James Whitcomb Riley*

När jag ser ett objekt med get(), set(), extend(), då kallar jag det objektet en lista

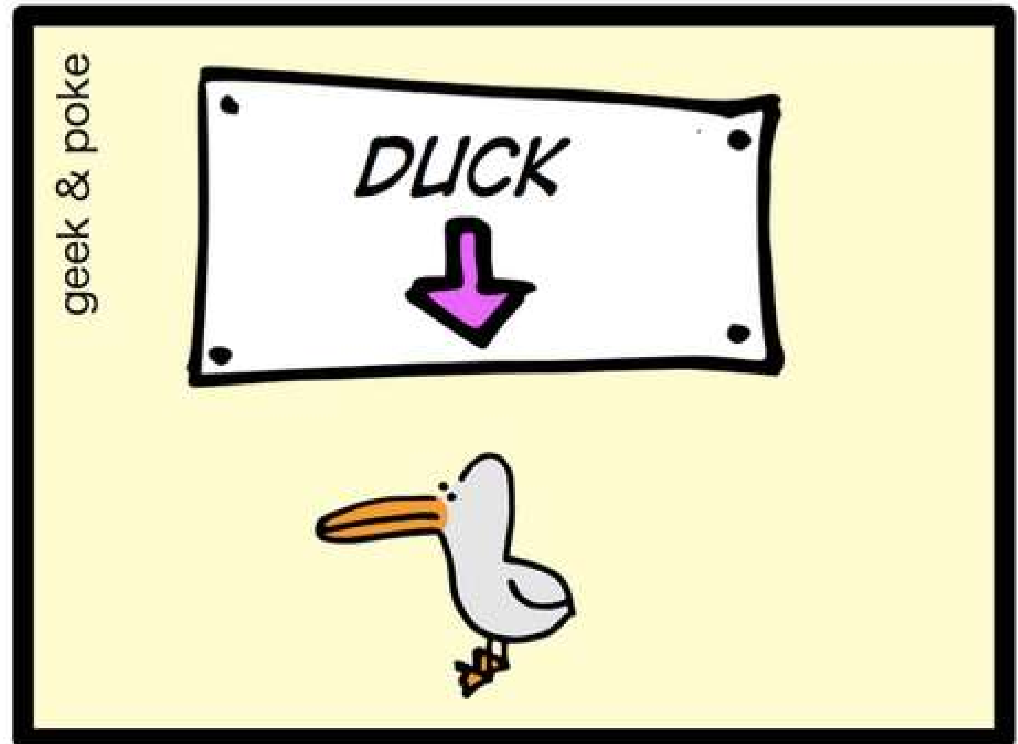


Utan Duck Typing

Java

```
public class ArrayList
    { … definierar addAll() … }
public class LinkedList
    { … definierar addAll() … }


public static ArrayList
    addLists(ArrayList list1, ArrayList list2)
{
    list1.addAll(list2);
    return ret;
}
```

Måste ange parametertyp



Behöver annat sätt att ange ”ArrayList eller LinkedList eller …”

Hierarkier

- Lösning: Vill ha hierarkier även här

Objekt av typ **List**

ArrayList | **LinkedList** | **SkipList** | **…**

Enkla typhierarkier i Java:
Gränssnitt (interface)

Interface: Intro

- Ett **interface** är **specifikation** utan **implementation**

```
/** An ordered collection (also known as
    a sequence). Elements in the list are
    indexed beginning at 0 and … */
public interface List {
  /** Returns the number of elements
      in this list. */
  int size();
  Object get(int index);
  void add(Object element);
  void set(int index, Object element);
}
```

Metodsignaturer och dokumentation
anger *krav* för alla
som påstår sig vara av typ List

(Koppling till abstrakta datatyper!)

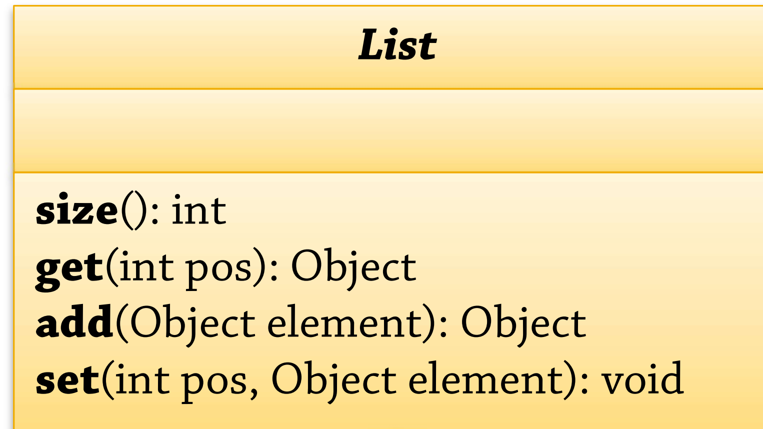
Metodsignaturer:
Returtyp, namn, parametrar
Inga fält, ingen metodkod…

Metoder i ett gränssnitt
är alltid (underförstått):
public – tillgängliga för alla
abstract – *ej implementerade här*

- Gränssnitt **kan inte instansieras**
  - **new** List()?
    Det finns ingen kod för dess metoder!

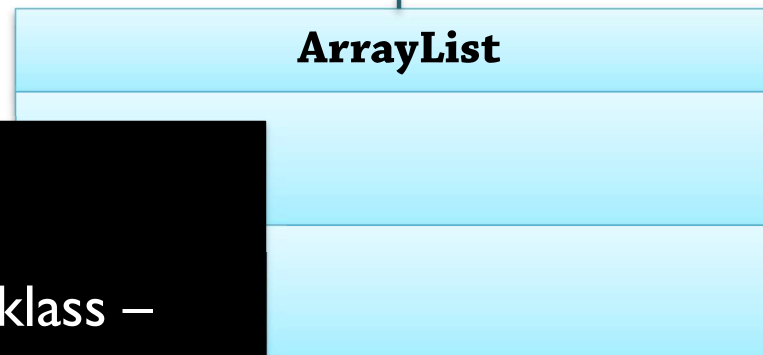
Interface: Hierarkier 1

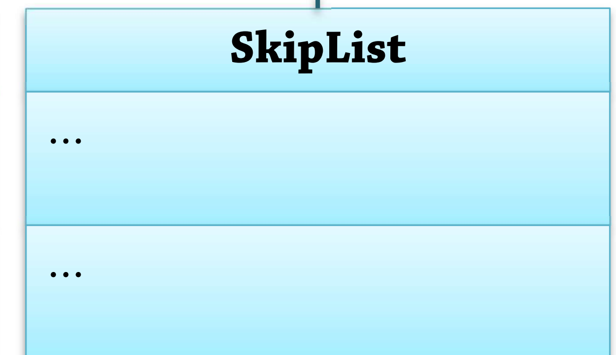
- Möjliggör en **hierarki** av **datatyper**!



List:
"Detta ska alla listor klara"

Säger inte hur!

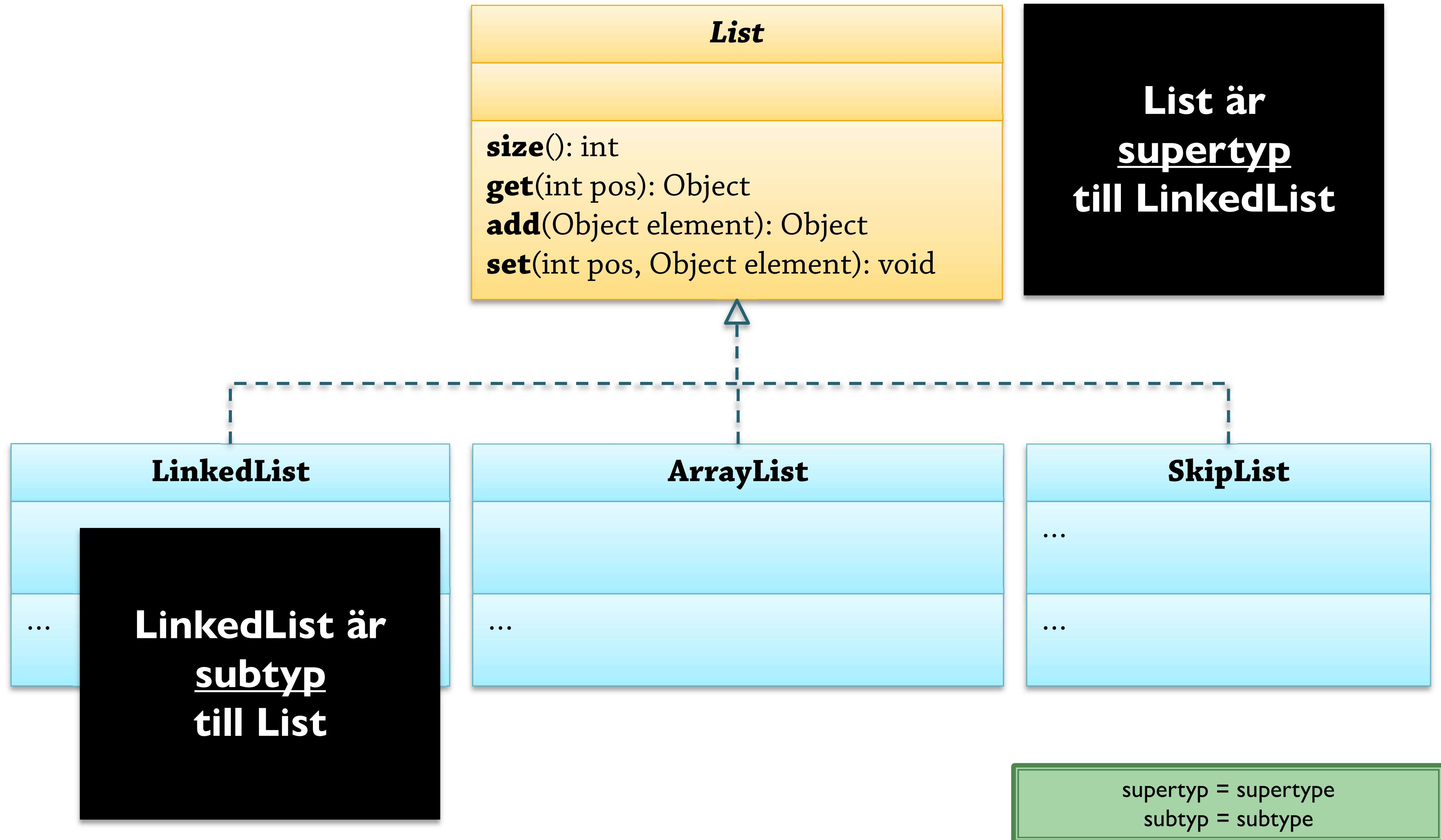




LinkedList: Vanlig klass –
som uppfyller List-specifikationen

Interface: Hierarkier 2

- Terminologi:



Interface: Vad vinner vi?

```
void quicksort(ArrayList someList) {
    // Kräver ArrayList!

    // Men skulle fungera med många
    // klasser som har size(), get(), set()
}
```

```
void quicksort(List someList) {
    // Kan ta emot ArrayList, SkipList,
    // ...!

}
```

Kräv mindre!

```
ArrayList getNames() {
    // Lovar att returnera ArrayList!
    // Anropare kan förlita sig på detta
    // ➔ måste fortsätta med samma typ…
}
```

```
List getNames() {
    // Lovar bara List:
    // Vi kan fritt byta vilken typ av lista
    // som returneras!
}
```

Lova mindre!

Interface 2: Implementation

- En Java-klass kan **implementera** ett gränssnitt

```
public class ArrayList implements List {
    private Object[] elements;
    private int length;

    public int size()     { return length; }
    public Object get(int index) { return elements[index]; }
    public void add(Object element)  { … }
    public void set(int index, Object element) { … }
    …



    public void shuffle() { … }
}
```

Ett **löfte** att uppfylla vad gränssnittet lovar ("kontrakt")

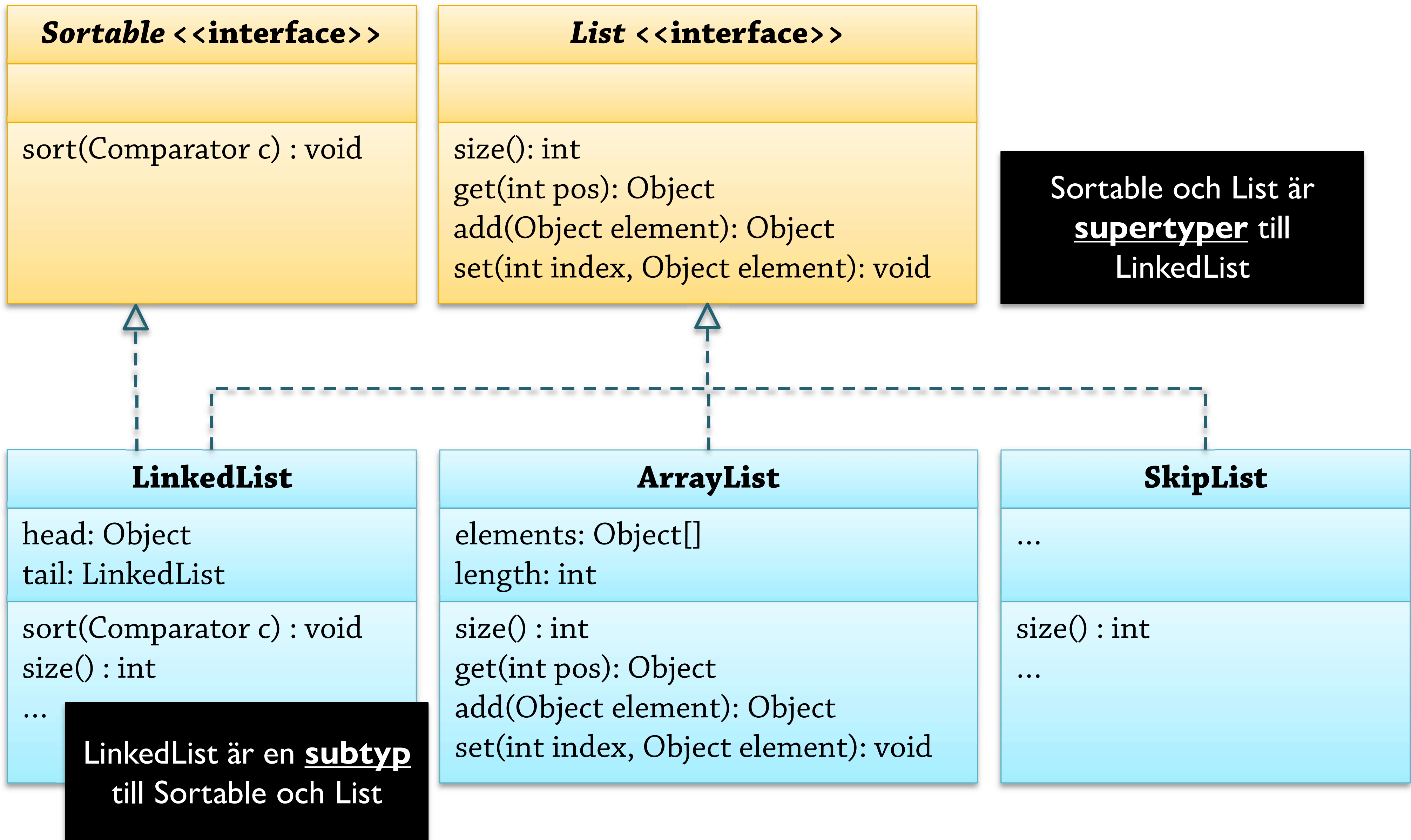
Kompilatorn verifierar att metoderna från List finns
Programmeraren verifierar att kontraktet i övrigt är uppfyllt

Kan ha fler metoder än gränssnittet (håller ändå vad den lovar)

implementera = implement

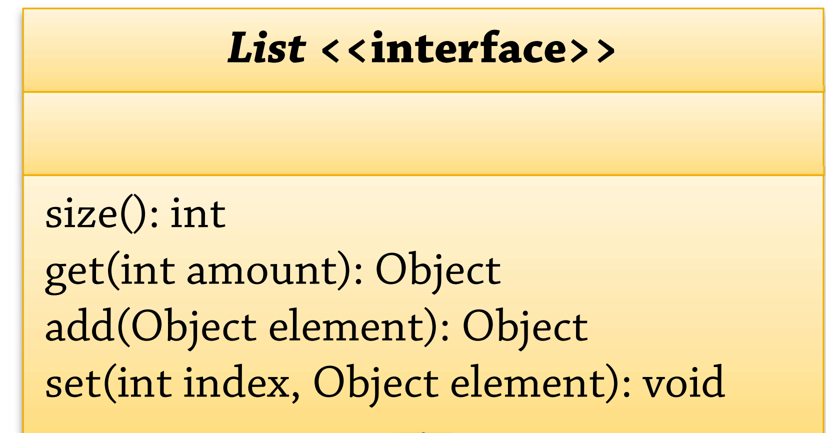
Interface 3: Typhierarki

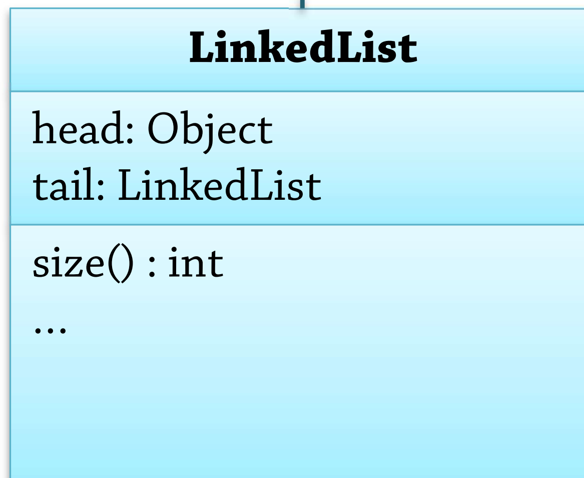
- En klass kan implementera **flera** gränssnitt

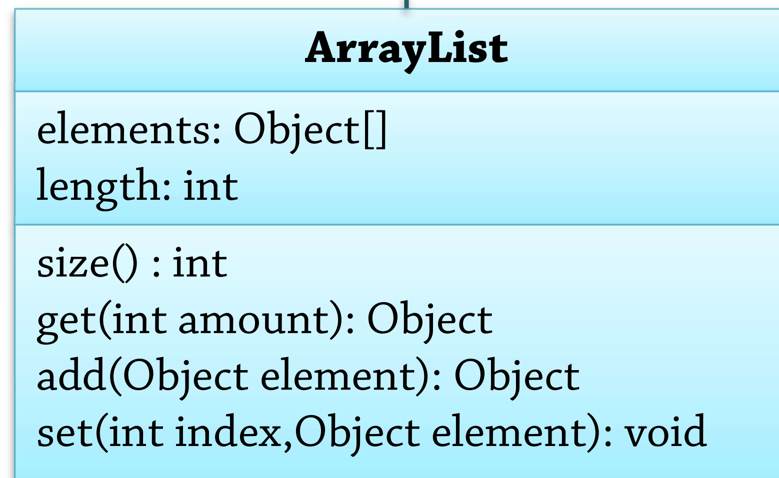


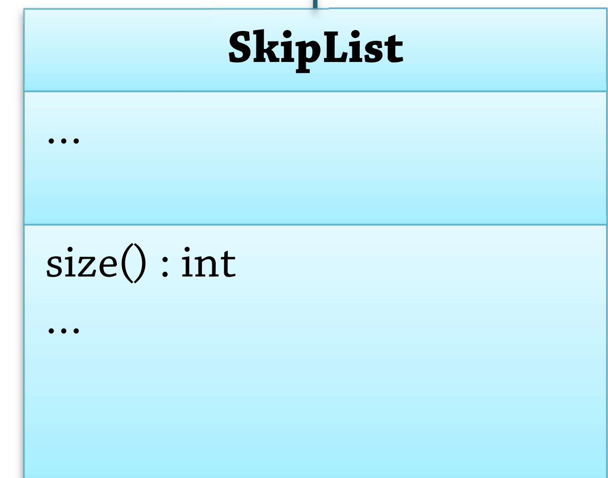
UML: Klassdiagram med gränssnitt

- **UML-diagram**: Klassrelationen **realisering**
  - Ett gränssnitt är bara en *beskrivning*
  - Klasser **realiserar** gränssnittet:
    Ger en konkret implementation
  - **Streckad** pil, **tom** pilspets
  - Medlemmar visas:
    - Där de *deklareras* första gången
    - Där de *implementeras*



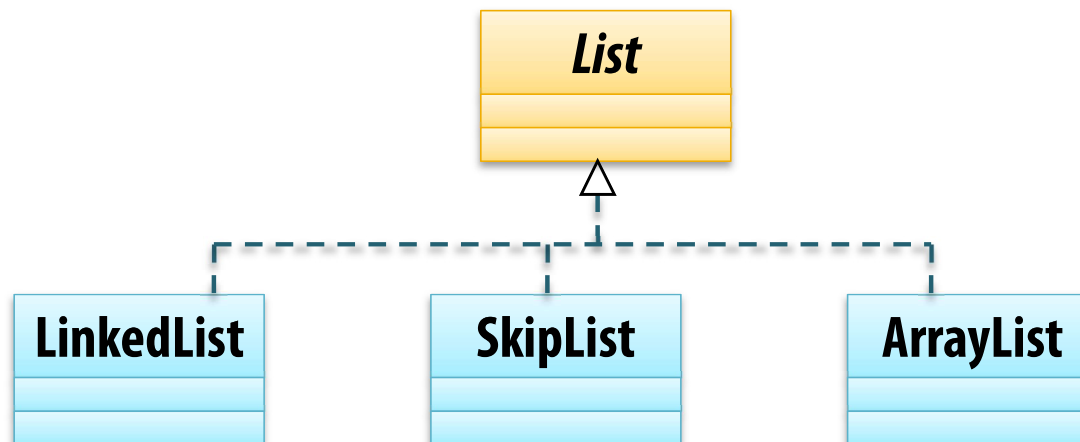






Om man <u>har</u> flera "klassvarianter" med gemensam bas:

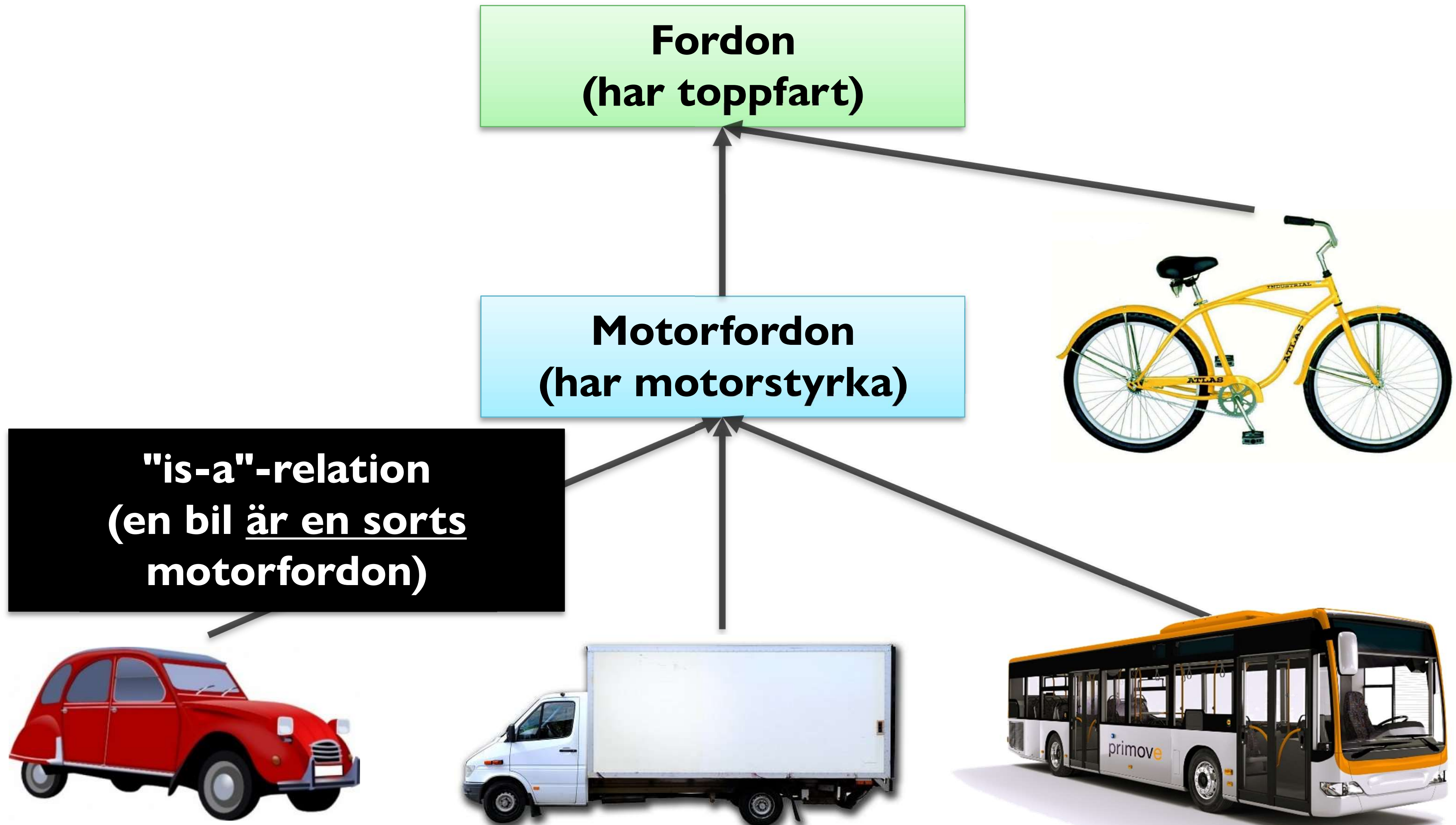
Oftast <u>bör</u> man ha ett gränssnitt,
så den gemensamma basen kan <u>användas</u>



Ärvning mellan gränssnitt

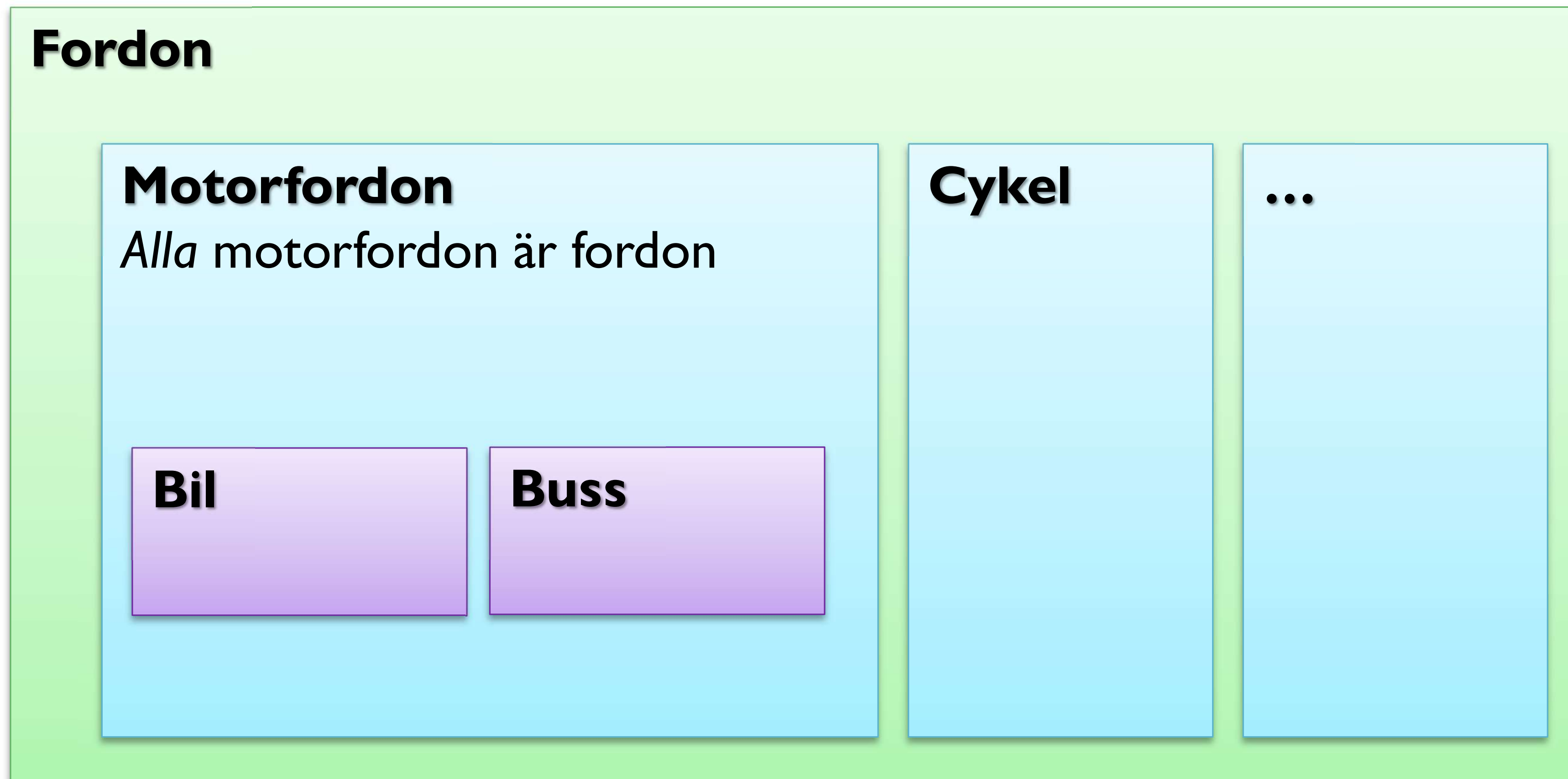
Hierarkier av klasser

- Hierarkier kan ha **flera nivåer**



Hierarkier och delmängder

- Fortfarande ”alla x är y”:



Interface-ärvning 1: Hierarkier

- Vi såg typhierarkier i **<u>två nivåer</u>**

Gränssnitt anger funktionalitet: Vad som är gemensamt för alla listor

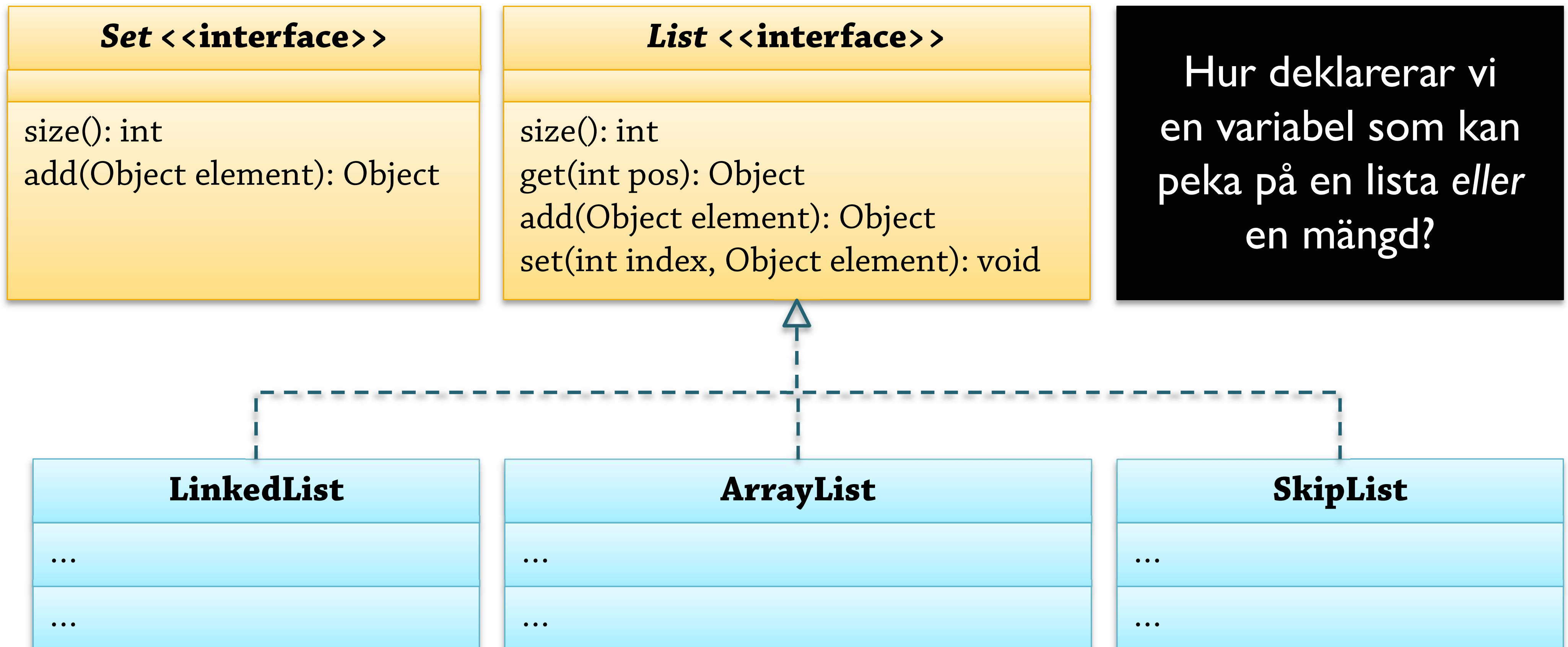
***List* <<interface>>**
size(): int get(int pos): Object add(Object element): Object set(int index, Object element): void

Klasser ger oss implementationer

LinkedList	**ArrayList**	**SkipList**
…	…	…
…	…	…

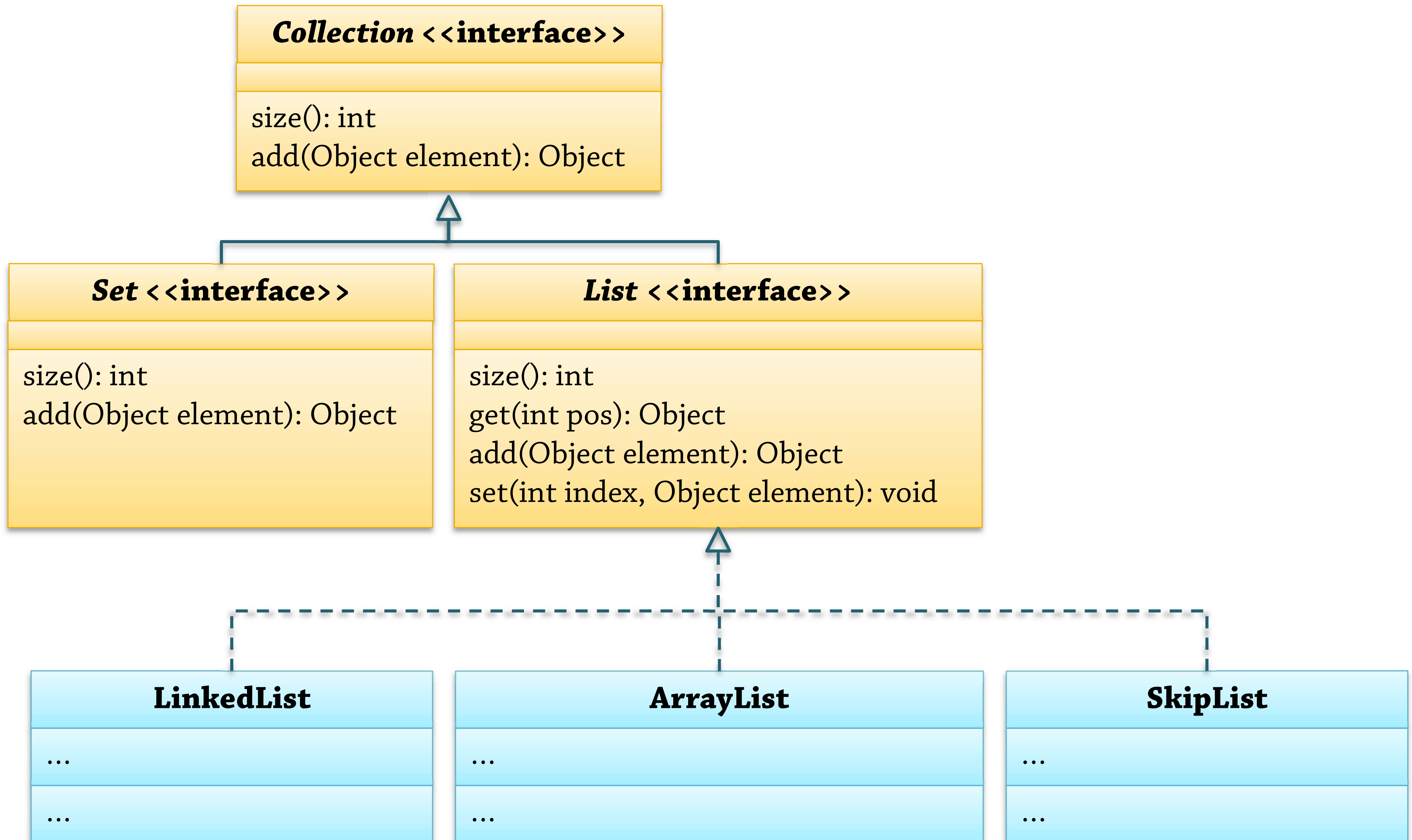
Interface-ärvning 2: Gemensamt

- Men **List** har också något gemensamt med **Set**…



Interface-ärvning 3: En nivå till

- Genom ytterligare en nivå!



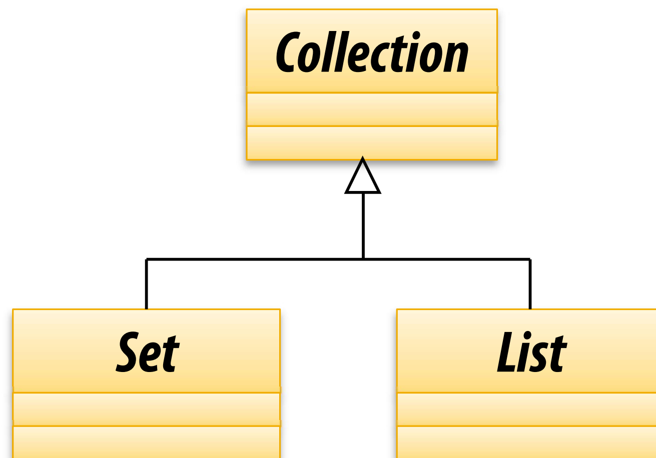
Interface-ärvning 4

- Detta är **interface-ärvning**
  - ```
    public interface Collection {
        void add(Object obj);
        boolean contains(Object obj);
    }
    ```
  - ```
    public interface List extends Collection {
        void set(int index, Object obj);
        …
    }
    ```

Collection är ett **superinterface** till List

List **utökar** eller **ärver från** Collection
List är ett **underinterface** till Collection

List **extends** or **inherits from** Collection
List is a **subinterface** of Collection

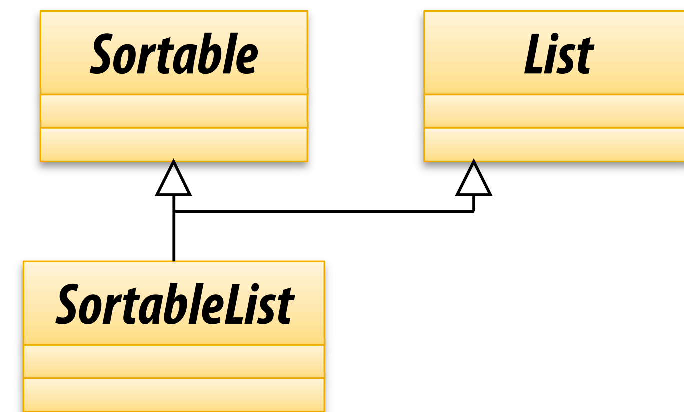


Ärver kontrakt/löften:
Collection lovar att ha
en add()-metod, …

Adderar egna löften:
List lovar också …

Interface-ärvning 5: Multipel ärvning

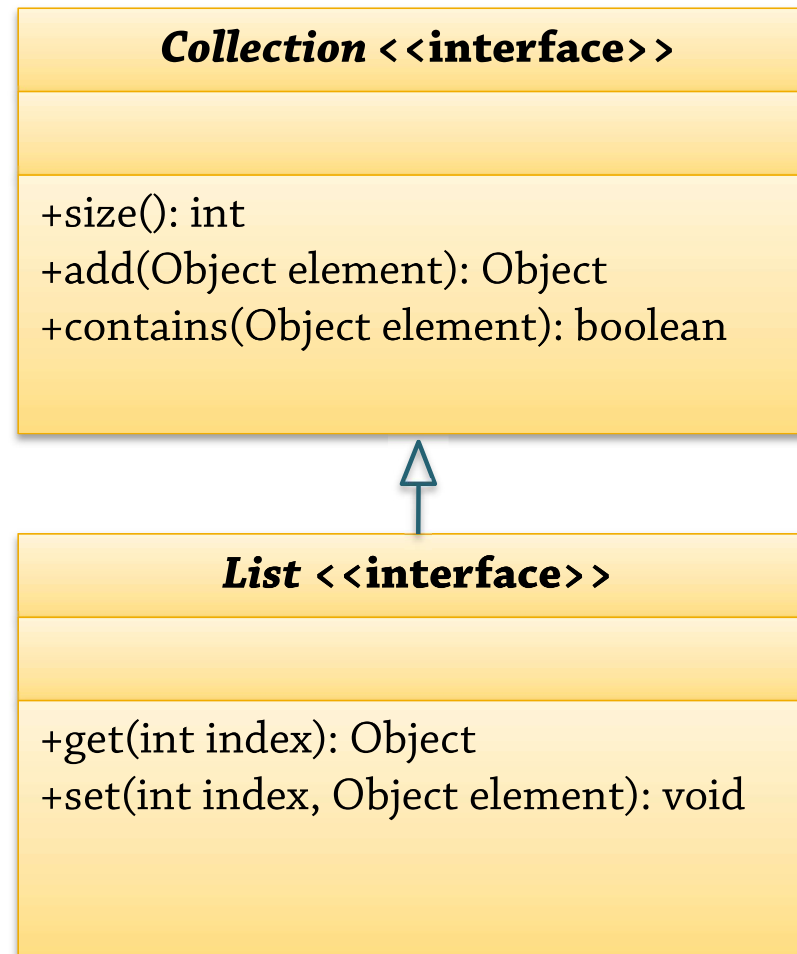
- **Multipel** ärvning tillåts för gränssnitt
  - ```
    public interface SortableList extends Sortable, List {
        // Kombinerar supertypernas löften / kontrakt
        // Inget nytt adderat
    }
    ```
  - ```
    public interface NetworkSocket extends DataInput, DataOutput {
        // Kombination av två supertyper
        // Plus: ytterligare en metod krävs
        public NetworkAddress getRemoteHost();
    }
    ```



multipel ärvning = multiple inheritance

UML-klassdiagram: Generalisering

- Klassrelation: **Generalisering** (ärvning)
  - List **specialiserar** Collection (lägger till nya krav, nya metoder)
  - Collection **generaliserar** List
  - Vanlig linje, tom pilspets



Ärvning av implementation

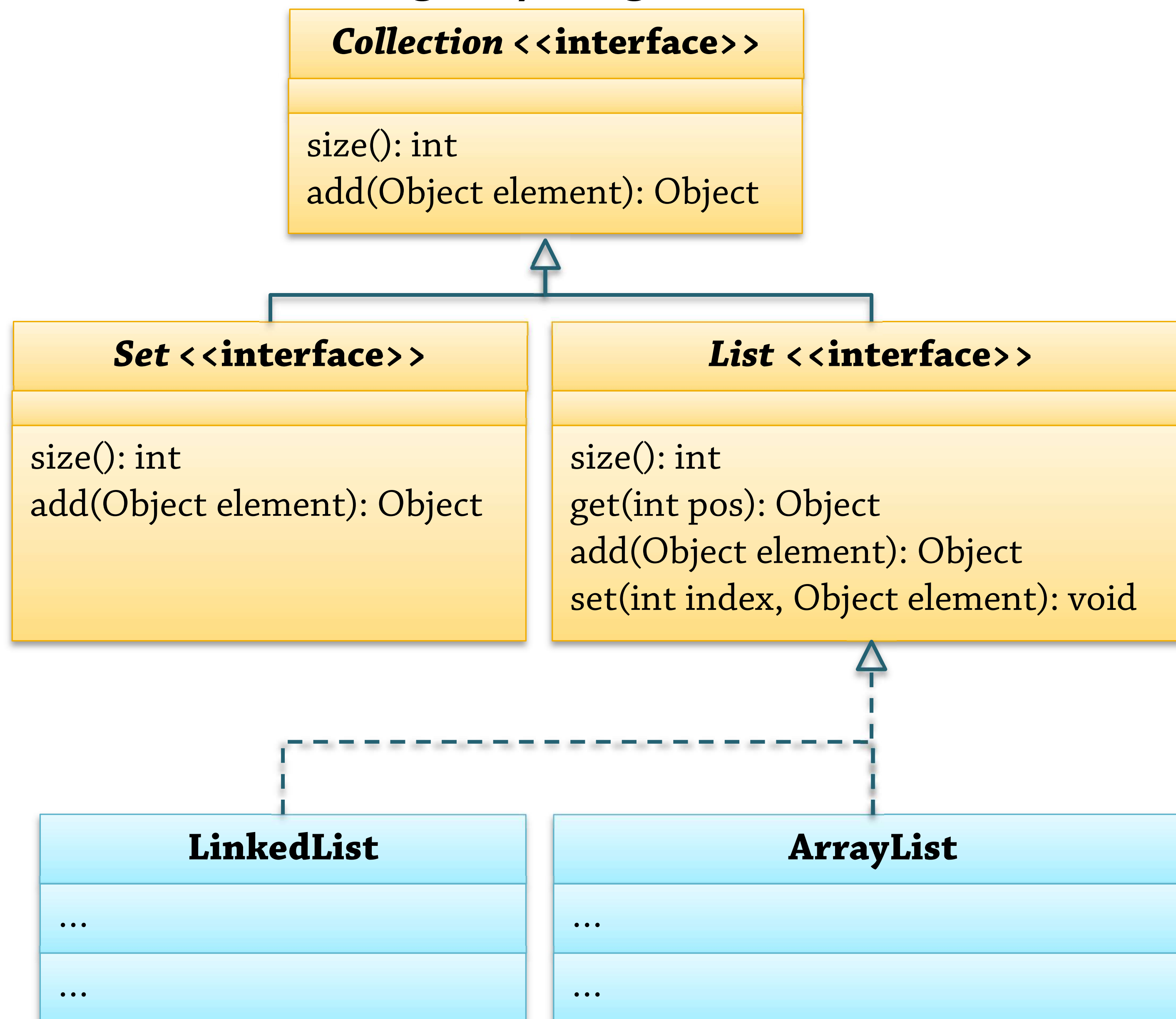
Ärvning av *implementation*, inklusive *abstrakta klasser*

Hur ska vi ärva?

När ska vi ärva?

Implementationsarv 1: Klassnivåer

- Nu kan vi ha godtyckligt antal nivåer…



…men bara en *klassnivå*.
Vill vi ha mer? Varför?

Implementationsarv 2: Nya medlemmar

- En anledning: **Addera** egenskaper + funktionalitet till en klass

Vill ibland lagra ”geometriska” cirklar

x
y
radie

Vissa ska vara ”grafiska”

Outlinefärg
Fyllfärg
Ritmetod

Ha kvar ”rena” cirklar:
– Geometriklasser ska bara ha geometri, renare design
– Lägre minnesåtgång
– Kommer från klassbibliotek, kan inte ändras

Utökad version!

Implementationsarv 3: Nya medlemmar


```
public class GraphicCircle extends Circle {
   private Color outline, fill;

   public GraphicCircle(double x, double y, double r,  Color outline, Color fill) {
      // ...
      this.outline = outline;
      this.fill = fill;
   }
   public void draw(DrawWindow dw) {
      dw.drawCircle(x, y, r, outline, fill);
   }
}
```

Ärver x, y, r
Adderar outline, fill (Color-objekt)

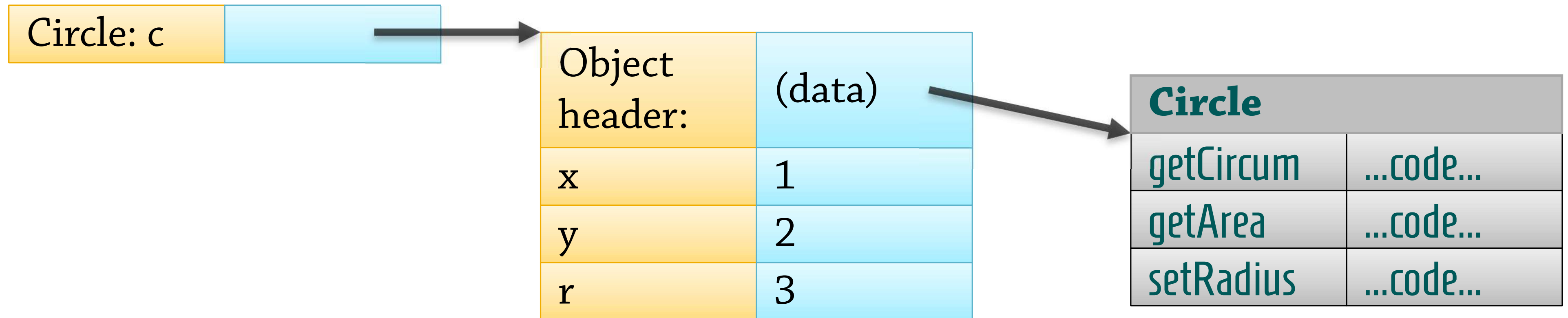
Ärver getRadius()
Adderar draw()

- GraphicCircle **utökar** eller **ärver från** Circle
  - GraphicCircle är en **subklass** till Circle
  - Circle är en **superklass** till GraphicCircle

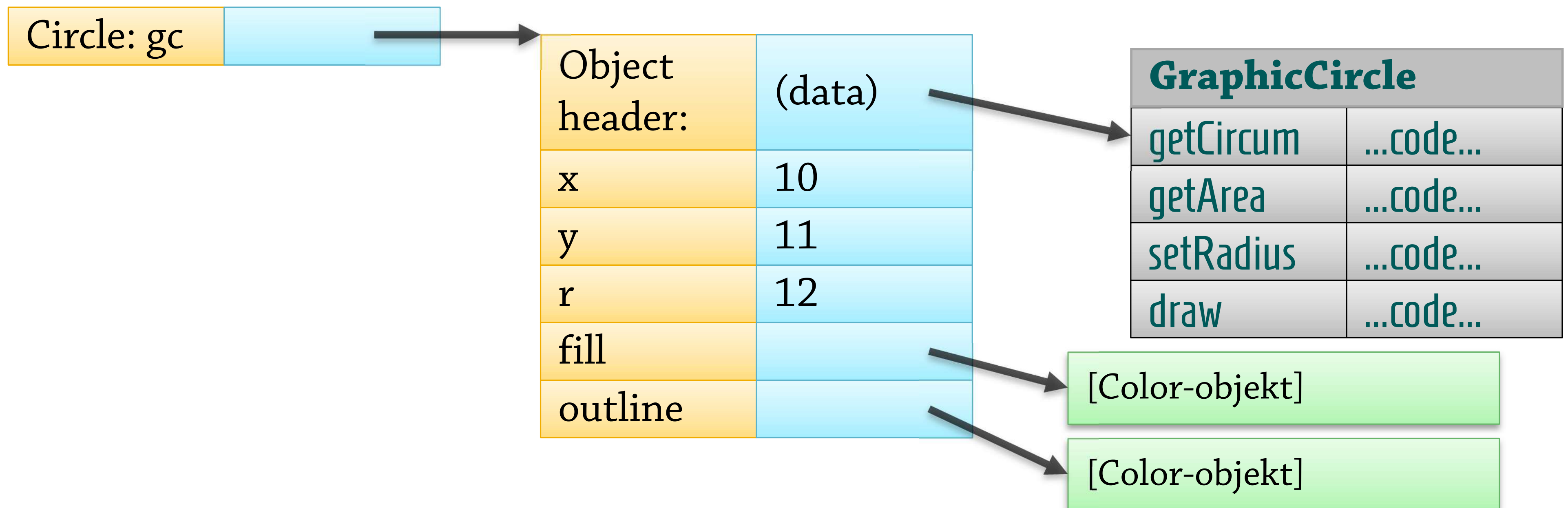
Implementationsarv 4: Visualisering

jonkv@ida

- **Circle** c = **new** Circle(1, 2, 3);



- **Color** gray = **new** Color(200,200,200);
  Color red = **new** Color(255,0,0);
  Circle gc = **new** GraphicCircle(10, 11, 12, gray, red);



Implementationsarv 5: Overriding

- Anledning 2: **Ändra** eller **utöka** nedärvd funktionalitet

```
public class Circle {
  private double x, y, r;
  public boolean isValid() {
    if (r < 0) return false;
    else return true;
  }
}
```

```
public class GraphicCircle extends Circle {
   private Color outline, fill;

  public boolean isValid() {
    if (!super.isValid()) return false;
    if (outline == null || fill == null) return false;
    return true;
  }
}
```

Kan **override:a** ("ersätta") metoder: Ge dem en ny implementation

Fråga superklassen vad den tycker…

Kräver **identiska** parametertyper – annars blir det **overloading**

Implementationsarv 6: super()

- Modellering med **super()**

```
public class Circle {
  private double x, y, r;
  public boolean isValid() {
    if (r < 0) return false;
    else return true;
  }
}
```

```
public class GraphicCircle extends Circle {
   private Color outline, fill;

  public boolean isValid() {
    if (!super.isValid()) return false;
    if (outline == null || fill == null) return false;
    return true;
  }
}
```

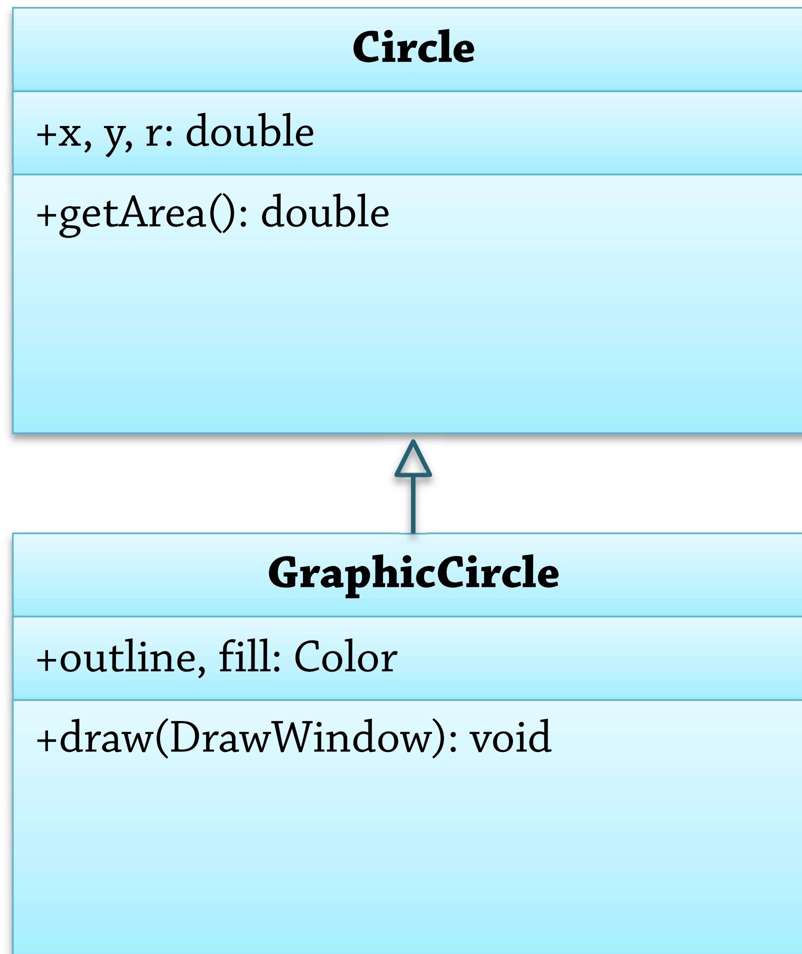
3. …skulle vi inte "få med" framtida ändringar i Circle:s isValid()!

2. Om vi istället skrev **här**:
   if (r < 0) return false; …

1. **Modellering:** Inte bara bekvämlighet
   Superklassen vet när *dess* fält är giltiga – vi **måste** fråga den!
   Sedan kan vi gå vidare med **vårt** ansvarsområde

UML-klassdiagram: Generalisering

- Klassrelation: **Generalisering** (ärvning)
  - Som för gränssnitt…



Annoteringar vid overriding

- Java: Kan ange "extra information om koden" via **annoteringar**
  - Exempel: **@Override** kan stoppas in automatiskt av IDEA

```
public class ArrayList {
    public Object get(int index) { … }
}
```

```
public class DebugArrayList extends ArrayList {
    @Override
    public Object get(int index) {
        System.out.println(
            "Getting object at index " + index);
        return super.get(index);
    }
}
```

Den här implementationen *ersätter* en annan!

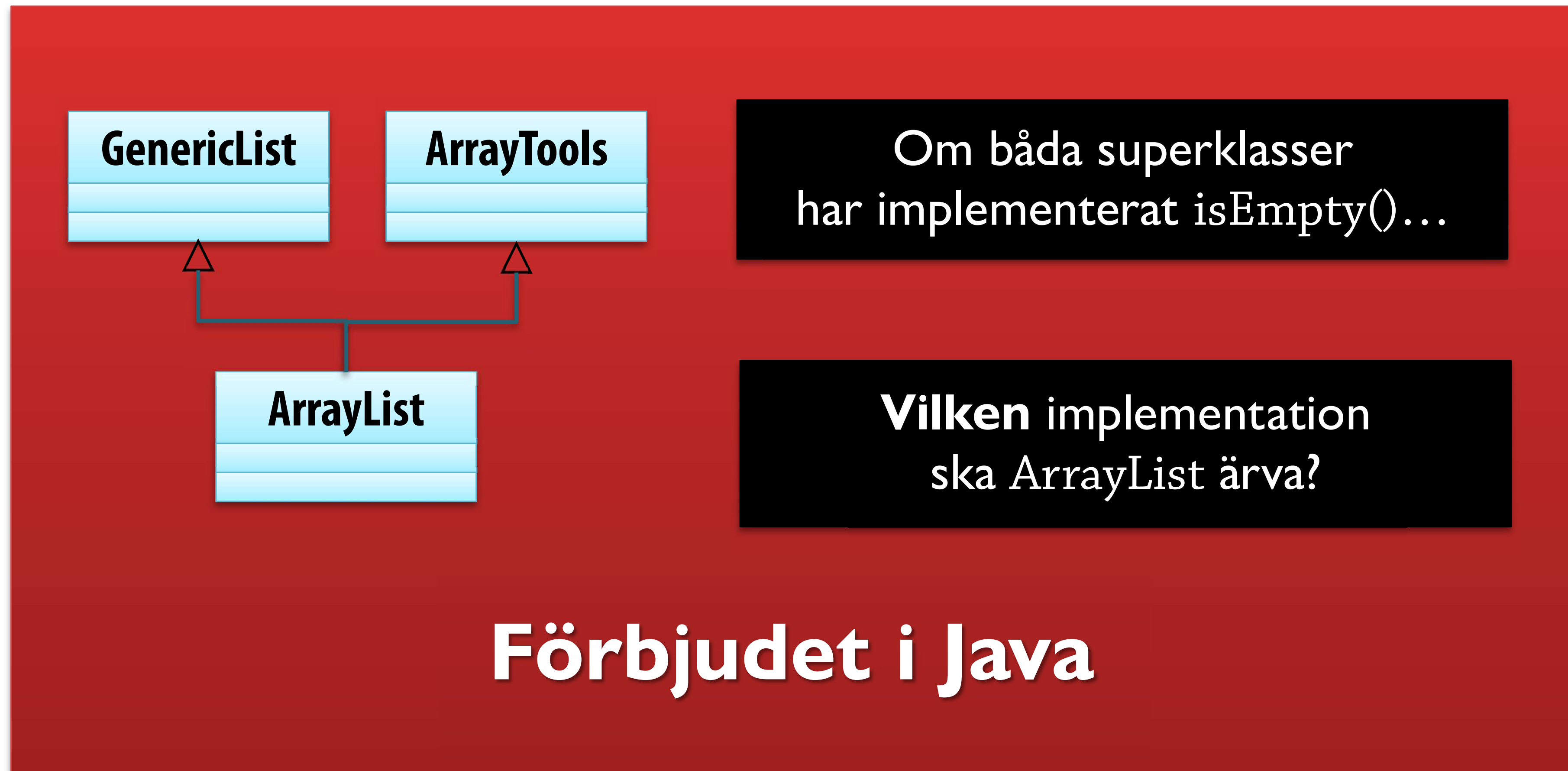
Stava fel, använd fel typer,
ta bort get() från superklassen

kompileringsfel!

Multipel ärvning?

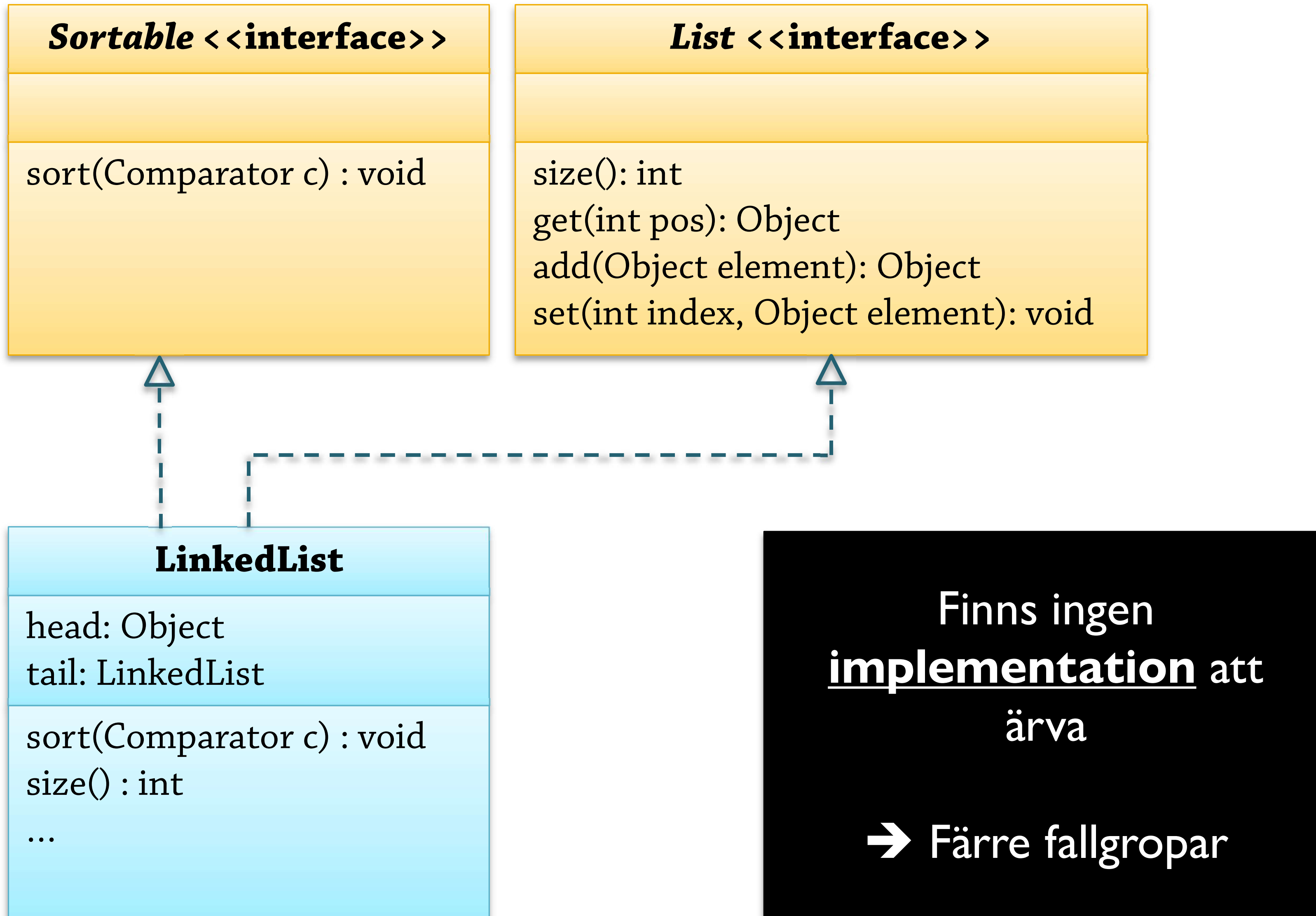
Multipel ärvning?

- **Multipel ärvning** i vissa språk: Utöka **flera klasser**
  - Användbart och förvirrande



Multipel implementation av gränssnitt

- Men en klass kan implementera **flera** gränssnitt



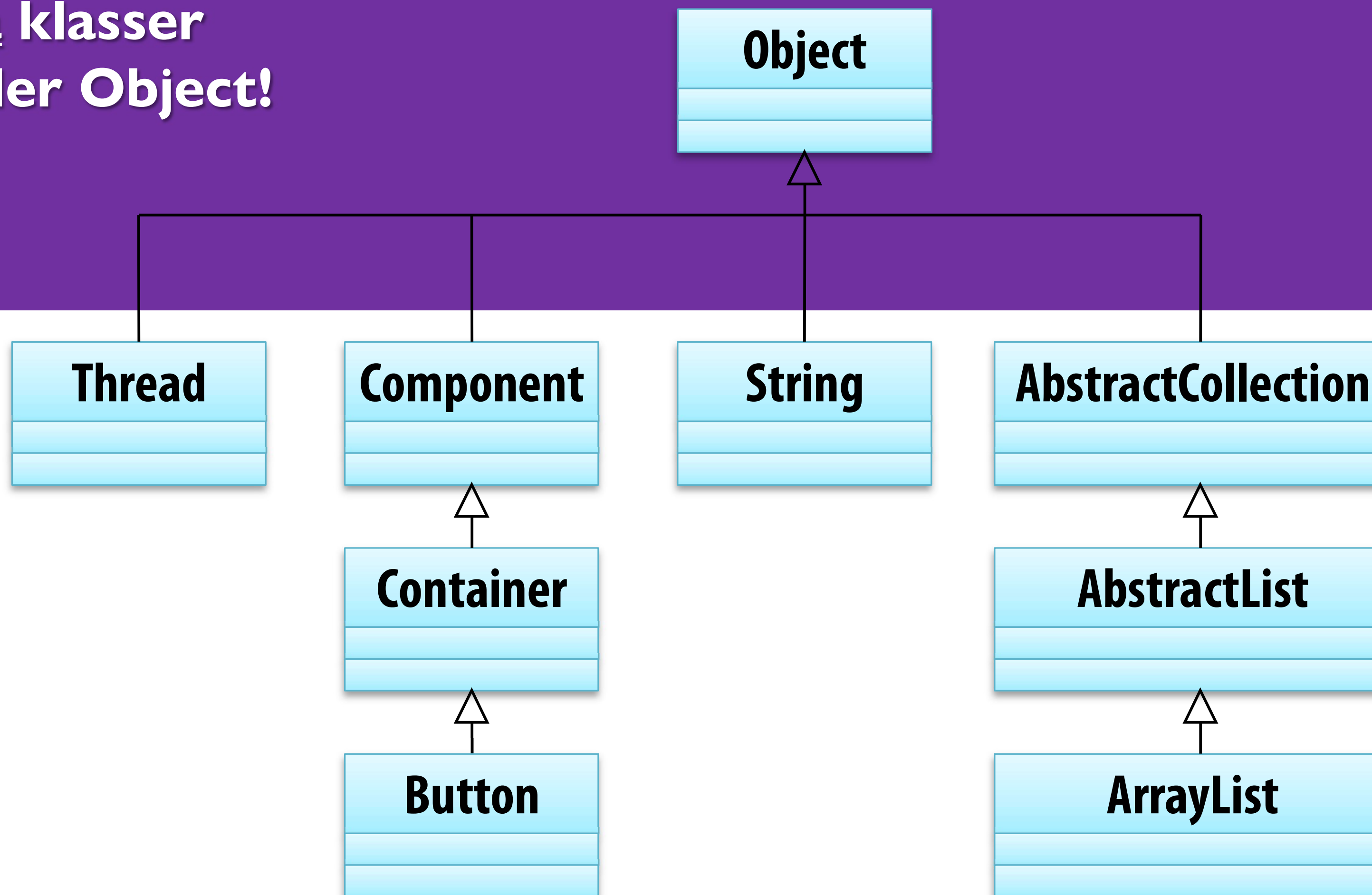
Finns ingen **implementation** att ärva

→ Färre fallgropar

Klasshierarkins rötter

Rötter i klasshierarkin

- I vissa språk har klasshierarkin **flera rötter**
  - Vissa klasser är **relaterade** via ärvning, andra **fristående**



Enkelrotad klasshierarki

Utan ”extends”…

```
class GenericList { }
```

Är ekvivalent med…

```
class GenericList extends Object { }
```

Med “extends”…

```
class DebugList extends MyList {  }
class MyList extends ArrayList {  }
class ArrayList extends GenericList {}
class GenericList { }
```

Så småningom kommer vi till Object!

- **Fördel**: Object-variabel kan peka på **vilket objekt som helst**
  - Användbart i **generella datatyper**
    - Set, List, …
    - Vet inte typen av element i förväg

Implementationsarv och konstruktorer

Konstruktorer och arv 1

- **new GraphicCircle**(1.0, 2.0, 3.0, c1, c2);
  - Först: minnesallokering, defaultvärden, för **alla** fält
  - **Ingen** får komma åt "gammalt skräp"

Object header:	(data)
x	0
y	0
r	0
outline	
fill	

Kryss = null
(pekar ingenstans)

Sedan släpps konstruktorer in:

Circle-delen "konstruerar sig"

GraphicCircle-delen "konstruerar sig"

I vilken ordning?

- **”Superklassen först”**
  - **Ingen** får komma åt **Circle**-fälten (x,y,r) innan **Circle** initialiserat dem
  - Inte ens dess egen subklass!

Konstruktorer och arv 2

- Men **vi** anropade ju **new** GraphicCircle(1.0, 2.0, 3.0, c1, c2);

```
public GraphicCircle(double x, double y, double r, Color outline, Color fill) {
    super(x, y, r);
    this.outline = outline;
    this.fill = fill;
}
```

Det **första** GraphicCircle gör:
Anropa superklassens konstruktor
➔ Circle får initialisera sig

Sedan får GraphicCircle sin chans
att titta på objektet

Sedan får **vi** objektet från konstruktorn,
och kan titta på det

```
public GraphicCircle(double x, double y, double r, Color outline, Color fill) {
    this.outline = outline;
    this.fill = fill;
}
```

Strunta i super(…) ➔ *kompilatorn* stoppar in super() utan argument

Men Circle() finns inte: Kompileringsfel!

Konstruktorer: Skicka vidare!

- Glöm inte att **skicka vidare** parametrar!
  - Ibland ser vi följande:

```
public class Circle {
  public double x, y, r;
}
```

Tom Circle-konstruktor

```
public class GraphicCircle extends Circle {
    private Color outline, fill;
    public GraphicCircle(double x, double y, double r, Color outline, Color fill) {
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.r = r;
        this.outline = outline;
        this.fill = fill;
    }
}
```

Anropar tom Circle-konstruktor
Petar **själv** in värden i Circle-delen

Dålig modellering!
Circle får inte bestämma över sig själv
Kan inte validera sina parametrar, …
Kan inte ändra sin implementation
Upprepad kod i alla Circle-subklasser

Konstruktorer: Försvara klassen!

- Se till att Circle kan **försvara** sig!
  - Skapa bara konstruktorer som **kräver** rätt argument

```
public class Circle {
  public double x, y, r;
  public Circle(double x, double y, double r) {
    this.x = x;
    this.y = y;
    this.r = r;
  }
}
```

Underklasser **kan** inte
låta bli att skicka x, y, r