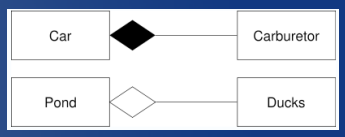
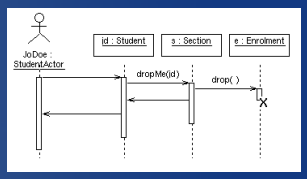
Föreläsning 3

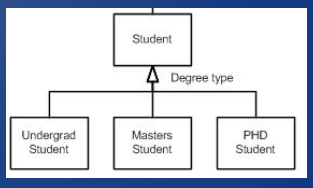
UML
Arvsmekanismen
Variabler och typer
Typer och subtyper

Grundbegreppen i objektorienterad design

Encapsulation	Abstraction & Information Hiding
Composition	Nested Objects
Distribution of Responsibility	*Separation of concerns*
Message Passing	*Delegating responsibility*
Inheritance	*Conceptual hierarchy, polymorphism and reuse*







Vad är UML?

Unified Modeling Language (UML) är ett modelleringsspråk för att beskriva olika aspekter av objektorienterade system.

UML används för att:

- visualisera
- specificera
- konstruera
- dokumentera

UML omfattar:

- syntax: hur symboler får se ut och kombineras.
- semantik: symbolernas betydelse.

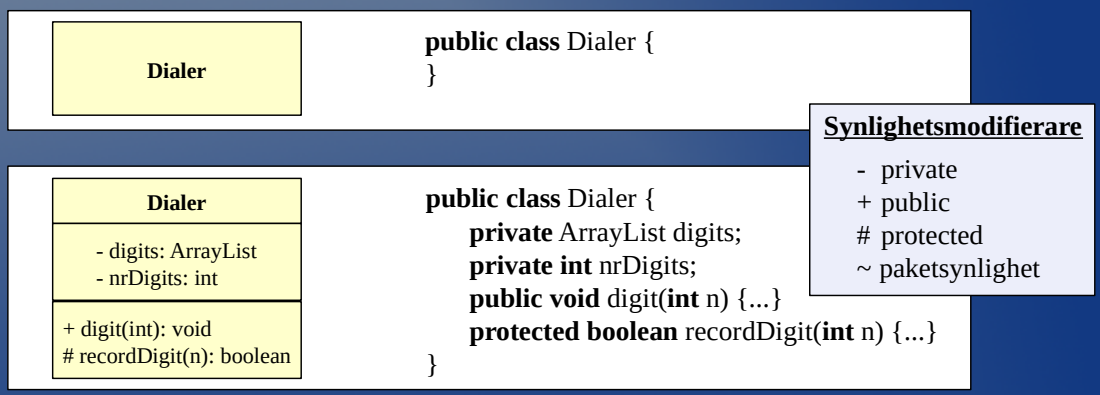
UML definierar ett tiotal olika typer av diagram. I kursen kommer vi enbart att använda klassdiagram, objektdiagram och sekvensdiagram.

Klassdiagram

I ett klassdiagram kan en klass kan beskrivas med olika detaljgrad. En klass representeras med en rektangel som innehåller tre avdelningar:

- klassens *namn*
- klassens *attribut*
- klassens *metoder*

Endast avdelningen med klassens namn är obligatorisk.



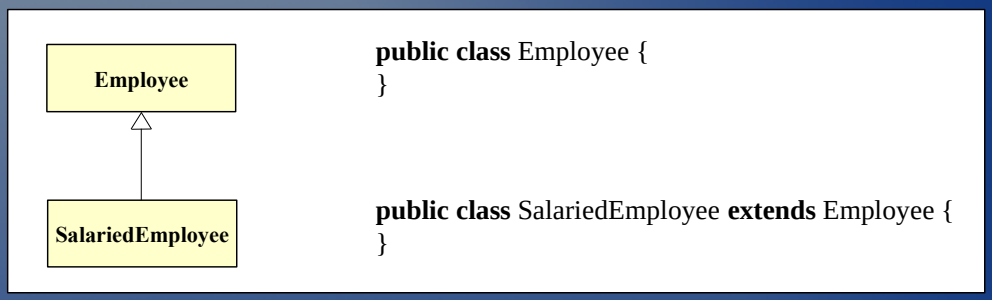
Relationer i UML-diagram

Det finns fem sorters relationer mellan klasser:

- En *generalisering* beskriver att en klass är en subklass till en annan klass.
- En *realisering* beskriver att en klass implementerar ett interface.
- En *association* beskriver att en klass har attribut av en annan klass.
- En *inkapsling* beskriver att en klass är deklarerad inuti en annan klass för att göra denna klass osynlig för andra klasser.
- Ett *beroende* beskriver en relation mellan två klasser, av annat slag än ovanstående, som medför att den beroende klassen kan behöva modifieras om den andra klassen förändras.

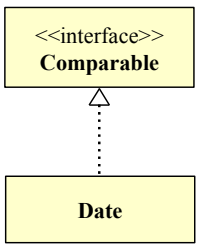
Generalisering

Generalisering används då en klass utvidgar en annan klass, d.v.s. att en subklass skapas från en superklass. Ritas som en ofylld triangelpil mot superklassen.



Realisering

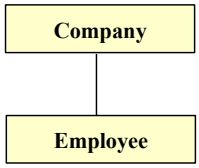
Realisering används då en klass implementerar ett interface. Ritas som en streckad ofylld triangelpil mot interfacet.




```
public interface Comparable {
}

public class Date implements Comparable {
}
```

Association

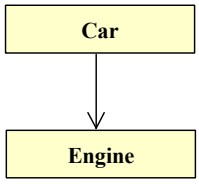
När en klass innehåller attribut av en annan klass kallas detta association. Ritas med ett heldraget streck.



Klassen Company har attribut av klassen Employee.

Klassen Employee har attribut av klassen Company.

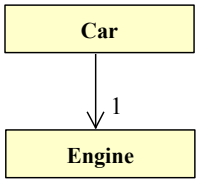
För att visa vilken klass i associationen som har attribut av den andra klassen används navigationspilar.



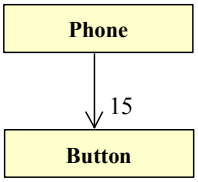
Klassen Car har attribut av klassen Engine.

Association

Man kan för en association ange multiplicitet, d.v.s hur många instanser av den ena klassen som finns i den andra klassen.

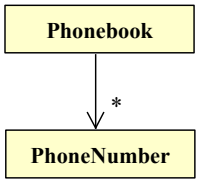



```
public class Car {
    private Engine engine;
    . . .
}
```

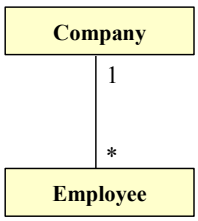



```
public class Phone {
    private Button[] buttons = new Button[15];
    . . .
}
```

Association




```
public class Phonebook {
    private List<PhoneNumber> numbersList;
    . . .
}
```




```
public class Company {
    private List<Employee> employees;
    . . .
}

public class Employee {
    private Company employer;
    . . .
}
```

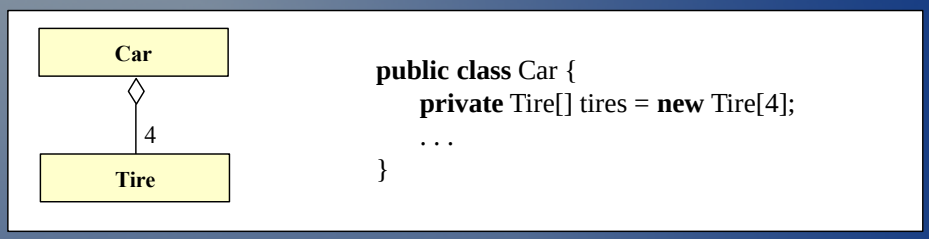
Multiplicitet

Några exempel på hur multiplicitet kan anges är:

en siffra	siffran anger exakt antal objekt
*	godtyckligt antal objekt
0 . . *	godtyckligt antal objekt
0 . . 1	noll eller ett objekt
1 . . *	minst ett objekt
3 . . 5	mellan 3 och 5 objekt

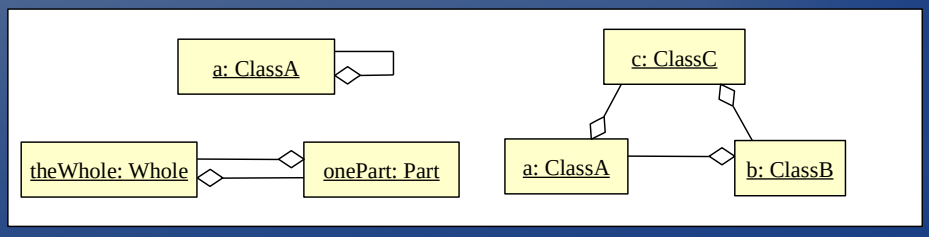
Aggregation

Aggregation är en speciell form av association som anger förhållandet helhet/del.




```
public class Car {
    private Tire[] tires = new Tire[4];
    . . .
}
```

En helhet kan inte vara en del av sig själv, och en helhet kan inte vara en del i sina delar! Följande *instansdiagram* är därför felaktiga:

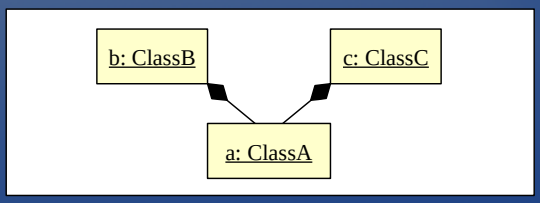


Komposition

Komposition är en starkare form av aggregation. Vid komposition får ett delobjekt endast ingå i *en* helhet och delobjektet existerar endast medan helheten existerar.

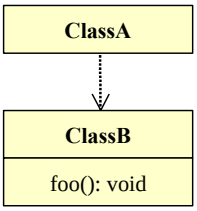

```
public class Mailbox {
    private MessageQueue theQueue;
    . . .
}
```

En helhet kan inte vara en del av sig själv, och en helhet kan inte vara en del i sina delar! Följande klassdiagram därför felaktiga:

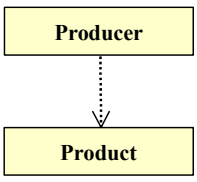


Beroende

Beroende anger att en klass använder sig av eller skapar objekt av en annan klass. Ritas med en streckad linje. För att ange att ett beroende är riktat används navigationspilar.



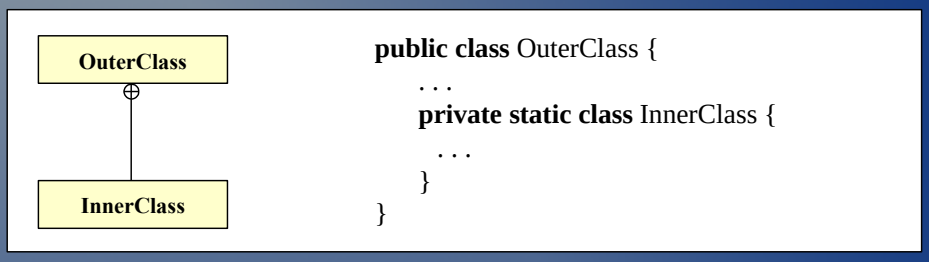

```
public class ClassA {
    public void someMethod(ClassB obj) {
      obj.foo()
    }
}
```




```
public class Producer {
    public Product make() {
      return new Product()
    }
}
```

Inkapsling

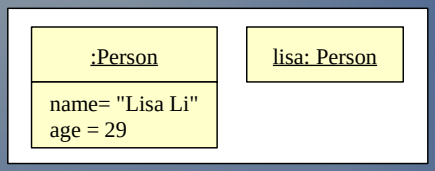
Inkapsling anger att en klass är inuti en annan klass.



Vi kommer senare i kursen att se på nästlade klasser och när de är lämpliga att använda.

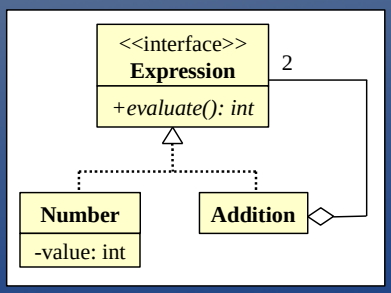
Objektdiagram

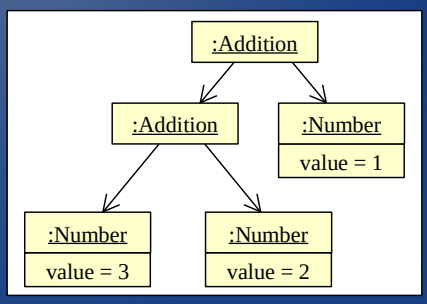
Objektdiagram används för att beskriva objekts tillstånd vid en given tidpunkt.



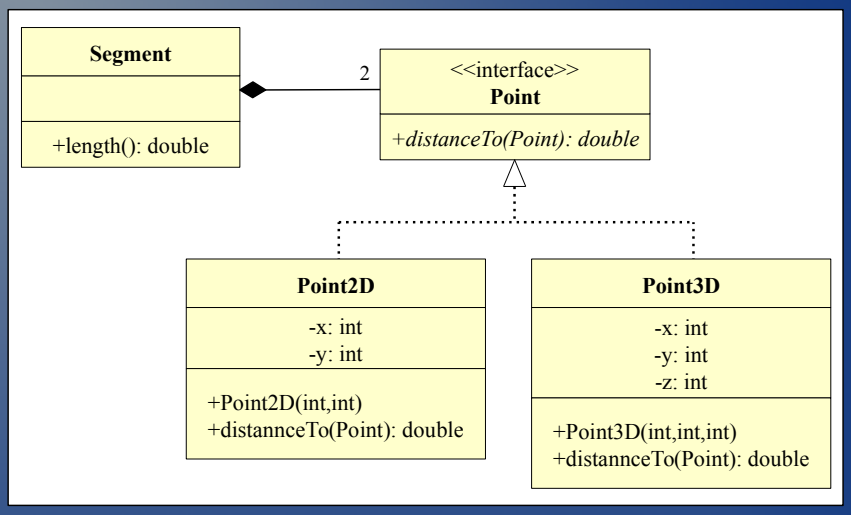
I likhet med klasser kan objekt ges med varierande detaljgrad.

Enkla aritmetriska uttryck (som endast innehåller addition) kan modelleras enligt klassdiagrammet till vänster nedan. Objektdiagrammet som representerar uttrycket (3 + 2) + 1 ges till höger.





Ett enkelt klassdiagram



Klasser

Något förenklat uttryckt, är en klass en mall från vilken man kan skapa objekt.

```
import java.util.Date;
public class Person {
   private String name;
   private Date birthdate;
   public Person(String name, Date birthdate) {
      this.name = name;
      this.birthdate = birthdate;
   }//constructor
   public String getName() {
      return name;
   }//getName
   public Date getBirthdate() {
      return birthdate;
   }//getBirthdate
}//Person
```

Klassens namn

attribut

operationer

Person

-name: String
-birthdate: Date

+Person(String, Date): Person
+getName(): String
+getBirthdate(): Date

Begreppet arv

Begreppet arv (*inheritance*) är ett av grundkoncepten inom objekt-orientering. Arv är det koncept som möjliggör polymorfism och är en viktig mekanism för återanvändning av kod.

Arv betyder att en klass erhåller vissa egenskaper genom att överta de egenskaper som en annan klass eller ett interface har.

Arv innebär att man kan relatera olika kategorier av objekt enligt en *arvshierarki*.

Arv beskriver en *”är”-relation*:

en bil *är* ett fordon
en sportbil *är* en bil
en mobiltelefon *är* en telefon
en klockradio *är* en radio och en klockradio *är* en klocka

I det sista exemplet har vi *multipelt arv*, en klockradio är både en klocka och en radio.

Arv i Java

När en klass övertar egenskaperna från en annan klass kallas det för *implementationsarv*. Vid implementationsarv ärvs (implementationen för) alla instansvariabler och klassvariabler (även privata), och alla icke-privata metoder. Konstruktorer ärvs inte.

När en klass övertar egenskaperna från ett interface kallas det för *specifikationsarv*.

Java tillåter inte multipelt implementationsarv, varför multipelt arv i Java alltid involverar specifikationsarv.

Implementationsarv

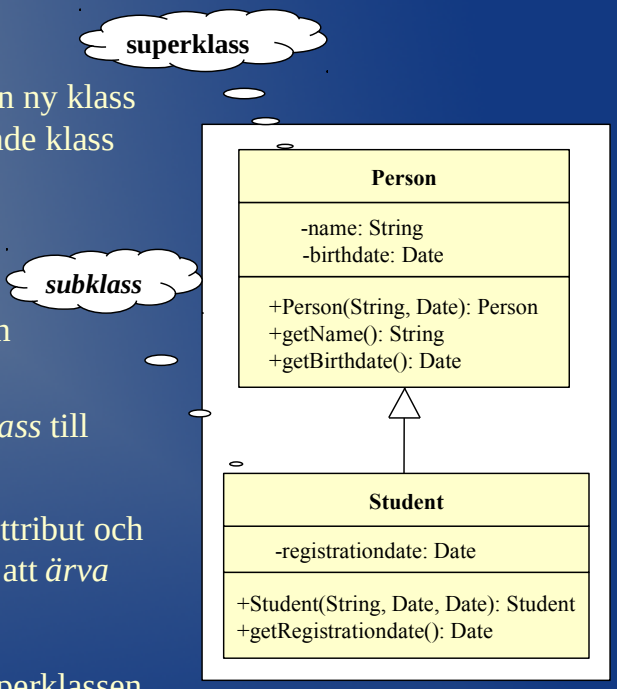
Vid implementationsarv skapar man en ny klass genom att utgå från en redan existerande klass och lägger till nya egenskaper.

Den nya klassen är en *subklass* till den existerande klassen.

Den existerande klassen är en *superklass* till subklassen.

Subklassen får samtliga egenskaper (attribut och operationer) från superklassen genom att *ärva koden* från superklassen.

En subklass är en *specialisering* av superklassen.



Implementation av Student

```
import java.util.Date;
public class Student extends Person {
   private Date registrationdate;
   public Student(String name, Date birthdate, Date registrationdate) {
      super(name, birthdate);
      this.registrationdate = registrationdate;
   }//constructor
   public Date getRegistrationdate() {
      return registrationdate;
   }//getRegistrationdate
}//Student
```

extends anger att klassen är en subklass

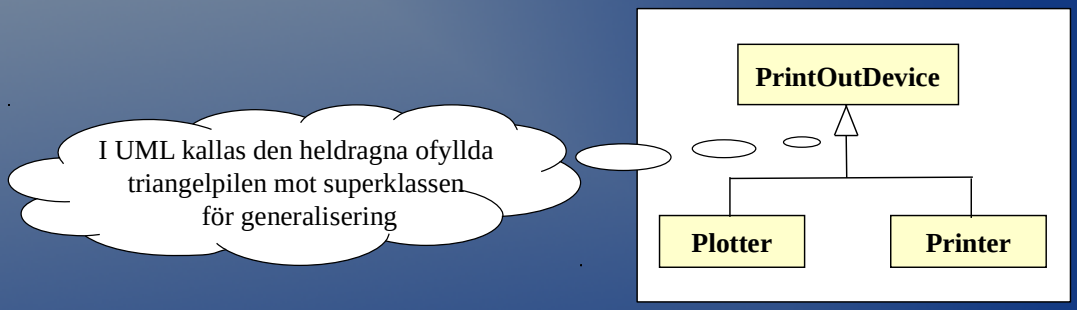
Har inte direkt access till name och birthdate i superklassen Person då dessa är **private**

Klassen Student är en *specialisering* av klassen Person.

Klassen Person är en *generalisering* av klassen Student.

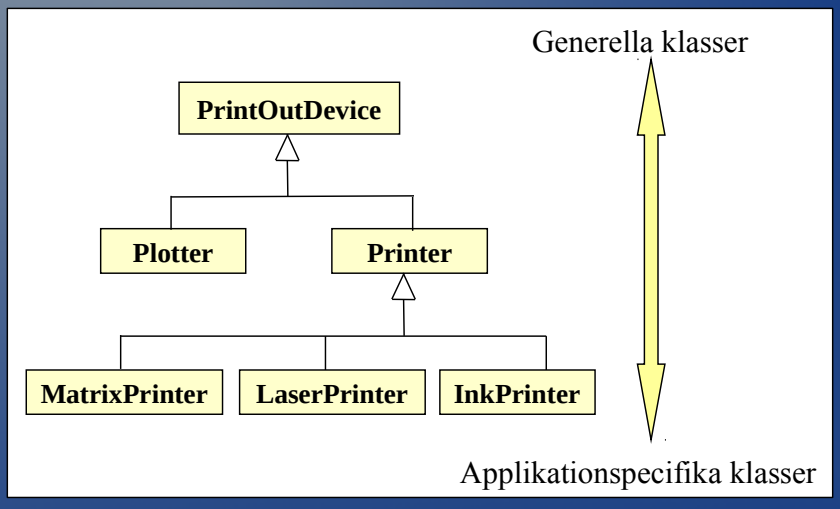
Implementationsarv

En superklass får ha ett godtyckligt antal subklasser.



Arv

Arv innebär att man kan relatera olika kategorier av objekt enligt en *arvshierarki*.



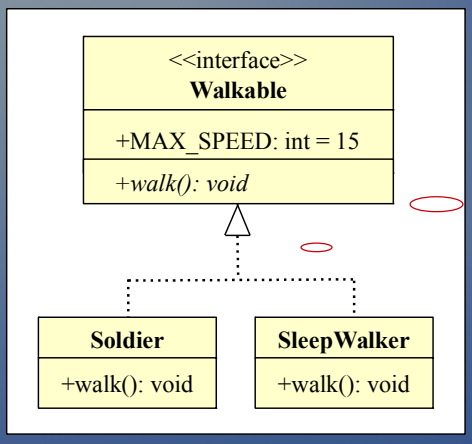
Specifikationsarv

Vid *specifikationsarv* skapas en klass genom att klassen *implementerar* de beteenden (=instansmetoder) som specificeras av ett interface. Metoderna i ett interface saknar implementationer, de är *abstrakta*.

Metoderna som specificeras i ett interface är alltid publika och abstrakta, oberoende av om detta explicit anges eller ej.

Specifikationsarv

Flera klasser kan implementera samma interface.



I UML kallas den streckade ofyllda triangelpilen mot interfacet för *realisering*

Ett interface kan innehålla statiska konstanter. En variabel som deklareras i ett interface blir en statisk publik konstant oavsett om detta anges explicit eller inte.

I Java version 8 är det möjligt att implementera statiska metoder och default implementationer av instansmetoder. Endast användbart för mycket speciella ändamål. Kommer inte att behandlas under kursen.

Interface

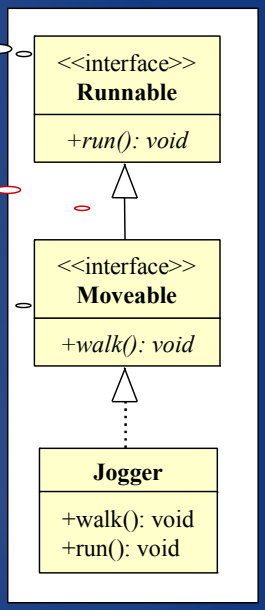
Ett interface kan utöka ett eller flera andra interface.

```
public interface Runnable {
   public abstract void run();
}//Runnable

public interface Moveable extends Runnable {
   public abstract void walk();
}//Moveable

public class Jogger implements Moveable {
   public void run() {
      System.out.println("I am running!");
   }//run
   public void walk() {
      System.out.println("I am walking!");
   }//walk
}//Jogger
```

superinterface

Obs! **extends**

subinterface



Abstrakta klasser

En *abstrakt klass* är en klass där en eller flera metoder *kan* sakna implementation. I Java anges att en klass är abstrakt med det reserverade ordet **abstract**.

En metod som saknar implementation kallas för en *abstrakt metod*. I Java anges att en metod är abstrakt med det resererade ordet **abstract**.

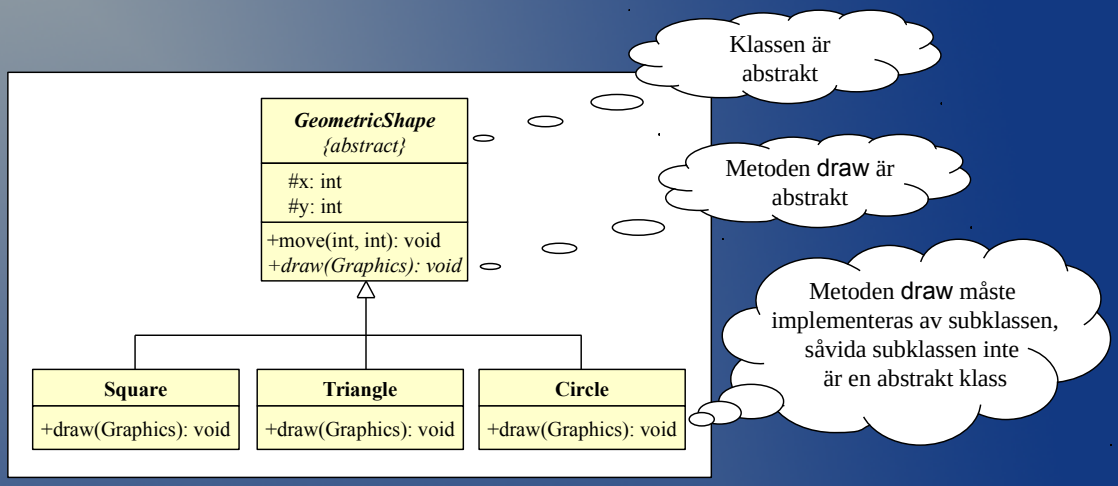
En klass måste deklareras som abstrakt om klassen innehåller en eller flera abstrakta metoder.

En abstrakt klass beter sig exakt som en vanlig klass med ett enda undantag:

- *man kan inte skapa instanser av en abstrakt klass*

Det är subklassernas uppgift att implementera de abstrakta metoderna.

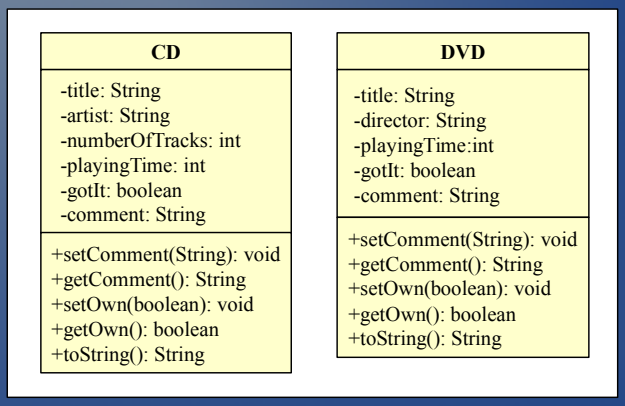
Abstrakta klasser: Exempel



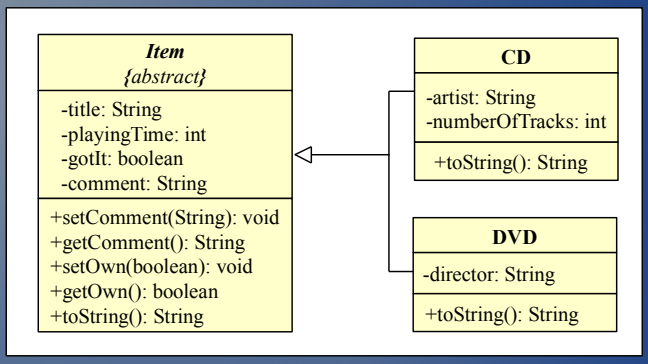
När en subklass implementerar en abstrakt klass *överskuggar* (*override*) subklassen de abstrakta instansmetoderna i superklassen.

Användning av abstrakta klasser: Generalisering

Om vi har flera klasser som har stora likheter och innehåller duplicerad kod, kan det vara lämpligt att införa en abstrakt klass för att städa upp i koden.



Användning av abstrakta klasser: Generalisering



I den abstrakta superklassen läggs alla gemensamma dataattribut och alla gemensamma metoder. Subklasserna innehåller de dataattribut och metoder som är unika för den specifika subklassen.

Klassen Item innehåller inga abstrakta metoder! Varför har vi då gjort klassen Item till en abstrakt klass?

Varför är metoden toString överskuggad?

Implementationsarv: super

En subklass kan referera till sin ***direkta superklass*** med **super**

- används i subklassens konstruktorer för att anropa superklassens konstruktorer

  super(*parameterlist*);

Om subklassens konstruktor gör anrop till någon av superklassens konstruktorer eller till en egen överlagrad konstruktor *måste* detta anrop ligga som ***första sats*** i konstruktorn.

Anropas inte någon av superklassens konstruktorer eller någon egen överlagrad konstrukt, sker ett ***automatiskt anrop*** till superklassens default-konstruktor (konstruktorn utan parametrar):

- saknar superklassen helt konstruktorer propagerar anropet uppåt i klasshiearkin
- saknar superklassen default-konstruktor men har någon annan konstruktor uppkommer ett kompileringsfel.

super i konstruktorer

```
public class Item {
   private String title;
   private int playingTime;
   private boolean gotIt
   private String comment;
   public Item(String title, int playingTime, boolean gotIt) {
      this.title = title;
      this.playingTime = playingTime;
      this.gotIt = gotIt;
   }//constructor
  . . .
}//Item
```

```
public class CVD extends Item {
   private String director;
   public Item(String title, int time, boolean gotIt, String director) {
      super(title, time, gotIt);
      this.director = director;
   }//constructor
   . . .
}//CD
```

super-anrop i metoder

När en subklass överskuggar (*override*) en instansmetod eller döljer (*hiding*) klassmetoder i superklassen blir dessa metoder inte direkt åtkomliga för subklassen.

Eftersom en subklass utvidgar egenskaperna i superklassen är ofta en överskuggad metod en utvidgning av en del av metoden som implementeras i subklassen.

En subklass kommer åt en överskuggad metod overridedMethod(...) respektive en dold metod hiddenMethod(...) med konstruktionen:

```
super.overridedMethod(...)
super.hiddenMethod(...)
```

Exempel:

```
public class CD extends Item {
   . . .
   @Override
   public String toString() {
      return super.toString() +  "\nartist: " + artist +
                "\ntracks: " + numberOfTracks + " \n");
   }//toString
}//CD
```

Interface vs abstrakta klasser

Abstrakta klasser har en fördel jämfört med interface typer:

- de kan implementera gemensamma beteenden

Men de har också en allvarlig nackdel:

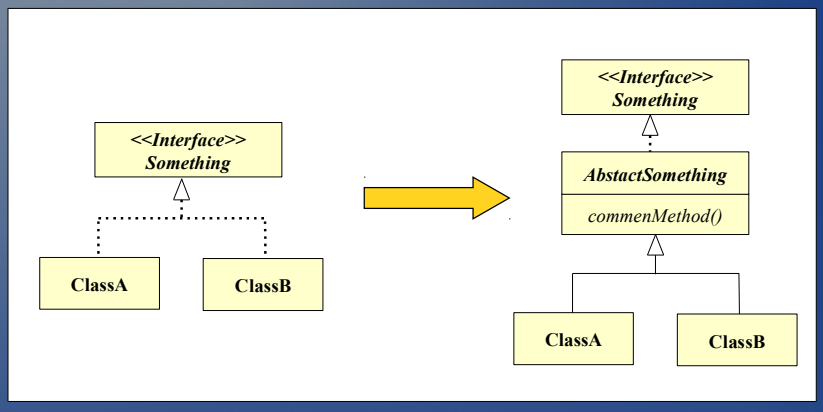
- en klass kan endast göra ”extend” på en klass, men kan implementera många olika interface.

Slutsats:

- Använd aldrig abstrakta klasser där alla metoder saknar implementation, använd istället interface.
- Använd abstrakta klasser för att faktorisera ut gemensam kod.

Abstrakta klasser: eliminering av duplicerad kod

Abstrakta klasser skall användas för att eliminera duplicerad kod och/eller implementera *default*-beteenden



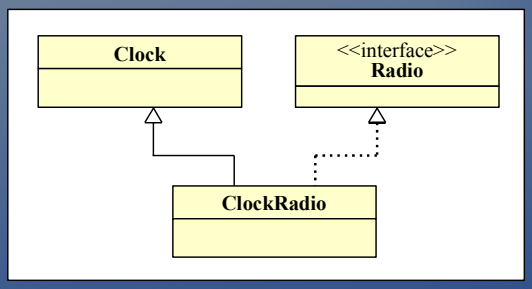
Används mycket flitigt i Java's API.

Multipelt arv i Java

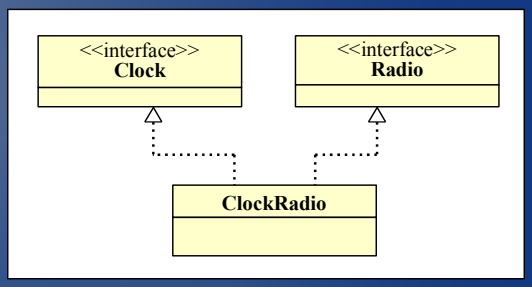
I Java kan en klass ärva från

- endast en klass
- ett godtyckligt antal interface.

I Java involverar *multipelt arv* därför alltid specifikationsarv.



ClockRadio **extends** Clock **implements** Radio



ClockRadio **implements** Clock, Radio

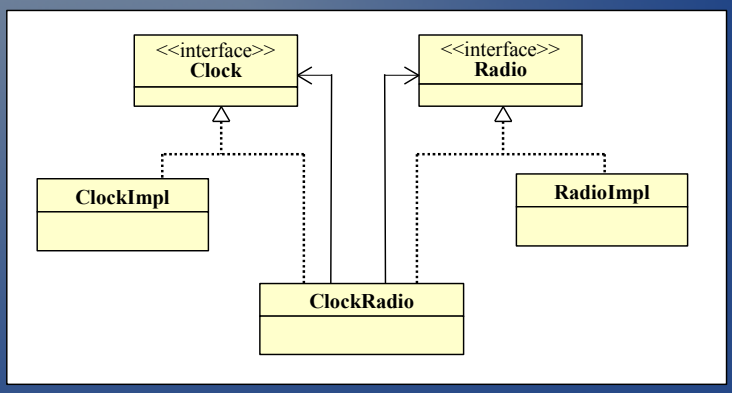
Varför har man i Java förbjudit multipelt implementationsarv, vilket t.ex. är tillåtet i C++?

Multipelt arv och delegering

Två viktig designprincip, som vi kommer att diskutera under kursen är

- *Programmera mot gränssnitt, inte mot konkreta klasser*
- *Föredra delegering framför implementationsarv*

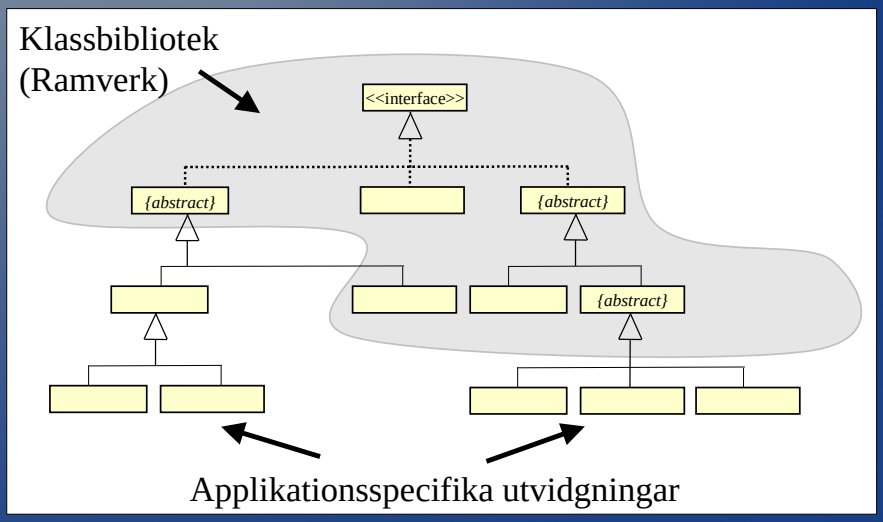
”Multipelt arv” bör därför implementeras enligt följande:



Vilka fördelar erhålls med denna design?

Javas API

Javas API innehåller en stor uppsättning interface, abstrakta klasser och konkreta klasser som kan ärvas och utvidgas för applikationsspecifika behov.



Utvidgning av API-klassen Rectangle

När vi skall utveckla en klass är det alltid lämpligt att titta i API:n om det finns någon klass som uppfyller våra behov, eller om det finns någon lämplig klass som vi kan utvidga för att uppfylla de behov vi har.

Exempel:

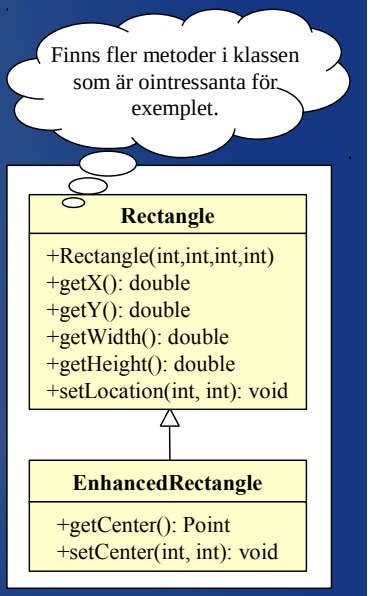
I ett ritprogram behöver vi kunna hantera rektanglar.

Klassen java.awt.Rectangle uppfyller nästan våra behov. Vi behöver dock metoderna

getCenter(), för att avläsa centrum
setCenter(**int** x, **int** y), för att sätta centrum

som klassen java.awt.Rectangle saknar.

En lösning är att skapa en subklass till klassen java.awt.Rectangle och utöka subklassen med metoderna getCenter och setCenter.*



*Dock, som vi senare kommer att se, inte alltid den bästa lösningen!

Implementation av EnhancedRectangle

```
import java.awt.Rectangle;
import java.awt.Point;
public class EnhancedRectangle extends Rectangle {

   public EnhancedRectangle(int x, int y, int w, int h) {
      super(x, y, w, h);
   }//constructor

   public Point getCenter() {
      return new Point((int) (getX() + getWidth()/2), (int) (getY() + getHeight()/2));
   }//getCenter

   public void setCenter(int x, int y) {
      setLocation(x -(int) (getWidth()/2), y - (int) (getHeight()/2));
   }//setCenter
}//EnhancedRectangle
```

Klassen EnhancedRectangle är en *specialisering* av klassen Rectangle.

Objekt i Java

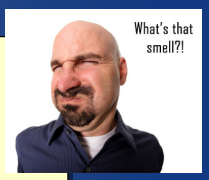
Java är ett objektorienterat språk:

- program skapar objekt
  `obj = new SomeClass();`
- program anropar metoder i objekt
  `obj.someMethod();`
- program hämtar värden i objekt-variabler
  `x = obj.someField;`
- program lägger nya värden i objekt-variabler
  `obj.sameField = 5;`

Om nu Java är objektorienterat, var har vi objekten i programmet?

Exempel:

Vilka uttryck i detta program beräknas till objekt?

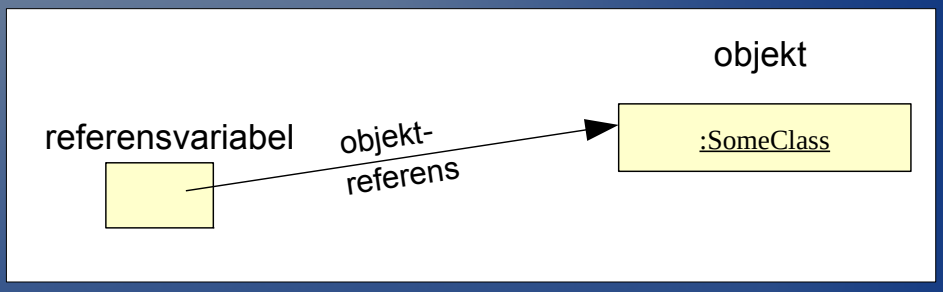



```
//-- Bad code, only used for illustration --//
public class NumberList {
   public int num;
   public NumberList next;
   public NumberList(int i, NumberList nl) {
      num = i;
      next = nl;
   }//constructor
}//NumberList
```

```
public class TestNumberList {
   . . .
   public void someMethod() {
      . . .
      NumberList nl_1 = new NumberList(52, null);
      NumberList nl_2 = new NumberList(71, nl_1);
      NumberList nl_3 = nl_2.next;
      nl_2.next.num = 22;
      int x = nl_3.num;
   }//someMethod
}//TestNumberList
```

Referensvariabler

Det finns inga Java-uttryck som är objekt. Istället hanterar Java-program *referenser till* objekt.



Åter till exemplet

```
1)  NumberList nl_1 = new NumberList(52, null);
2)  NumberList nl_2 = new NumberList(71, nl_1);
3)  NumberList nl_3 = nl_2.next;
4)  nl_2.next.num = 22;
5)  x = nl_3.num;
```

Uttryck i satserna ovan som beräknas till primitiva värden:

1) 52
2) 71
4) 22
5) nl_3.num

Uttryck i satserna ovan som beräknas till objekt-referenser:

1) **new** NumberList(52, **null**) och **null**
2) **new** NumberList(71, nl_1) och nl_1
3) nl_2.next

Värden av uttryck är primitiva värden eller objekt-referenser, aldrig objekt.

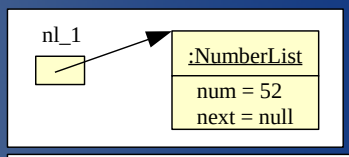
Vad spelar det för roll?

Skillnaden mellan ett objekt och dess referens är mycket viktig, då det gäller:

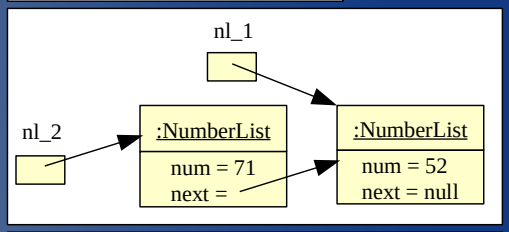
- exekvering
  - frågan om olika alias
  - frågan om dynamisk bindning
- typer
  - frågan om olika typer för objekt och deras referenser (skillnaden mellan *statisk typ* och *dynamisk typ*)

Beräkningarna i vårt exempel

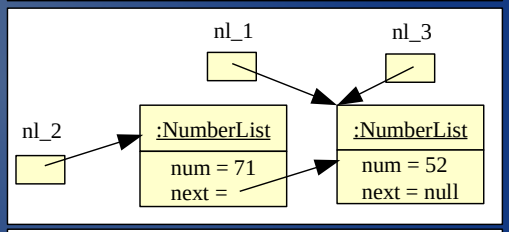
```
NumberList nl_1 = new NumberList(52, null);
```



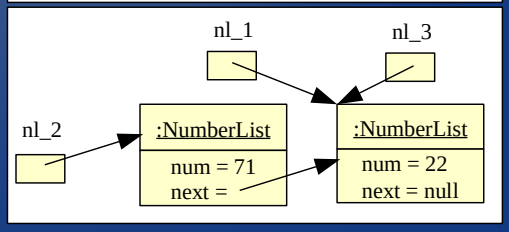

```
NumberList nl_2 =  new NumberList(71, nl_1);
```




```
NumberList nl_3 = nl_2.next;
```

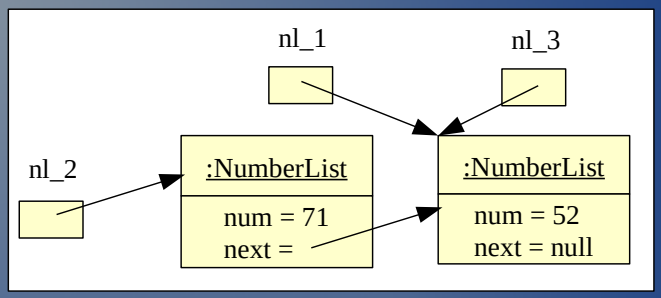



```
nl_2.next.num = 22;
```



Alias

Två eller flera referenser till samma objekt kallas *alias*.



Allt som görs via en referens *påverkar alla alias* till denna referens.

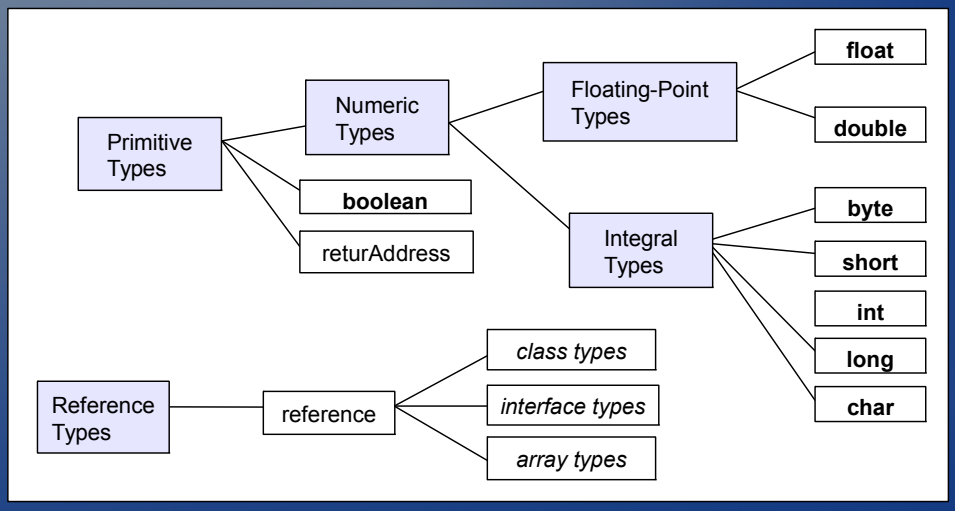
alias är en potentiell källa till buggar!

Man måste därför vara mycket noggrann när man använder alias.

Typer i Java

Java har två olika sorters typer:

- Primitiva typer, dessa är inbyggda. Vi kan inte skapa nya primitiva typer.
- Referenstyper. Vi kan skapa nya referenstyper.



Värde eller referens?

Att det finns två olika sorters typer får följder för betydelsen av språkliga konstruktioner.

Värdesemantik (*by value*)

- inget delat tillstånd, dvs kopior saknas
- används för primitiva datatyper

Referenssemantik (*by referencs*).

- tillståndet kan vara delat (d.v.s. det kan finnas alias)
- används för referenstyper

Återkommande frågeställning:

Har vi värde- eller referenssemantik?

Definiera nya typer

Det finns två standardsätt i Java att definiera nya typer:

- genom att skapa nya interface

```
public interface  AnInterface { . . . }
public interface  ASecondInterface extends AnInterface { . . . }
```

- genom att skapa nya klasser

```
public class  AFirstClass { . . . }
public class  ASecondClass extends AClass{ . . . }
public class  AThirdClass implements AnInterface { . . . }
```

En typ definierar en värdemängd och de operationer som kan utföras på element som tillhör denna värdemängd.

Definiera nya typer via klasser

Varje klass C introducerar en typ C.

- Uppsättningen *publika metoder* som klassen C tillhandahåller utgör mängden operationer för typen C.
- Alla instanser av klassen C och alla instanser av subklasser till C utgör värdemängden för typen C.

Att klassen B är en subklass till klassen innebär att:

- typen B är en subtyp till typen C
- varje objekt av typen B är också av typen C
- operationerna som definieras av typen C kan appliceras på element av subtypen B

Definiera nya typer via klasser

Klassen BankAccount definierar en typ BankAccount.

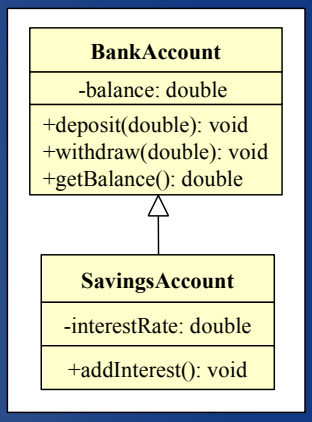
Klassen SavingsAccount definierar en typ SavingsAccount.

Typen BankAccount har operationerna deposit, withdraw och getBalance.

Typen SavingsAccount har operationerna deposit, withdraw, getBalance och addInterest.

Värdemängden för typen BankAccount utgörs av alla instanser av klassen BankAccount och alla instanser av klassen SavingsAccount.

Värdemängden för typen SavingsAccount utgörs av alla instanser av klassen SavingsAccount.



Typen SavingsAccount är en *subtyp* till typen BankAccount. Objekten i typen SavingsAccount är en delmängd av objekten i typen BankAccount.

Definiera nya typer via interface

Varje interface I definierar en typ I.

- Uppsättningen metoder som interfacet I definierar utgör mängden operationer för typen I.
- Värdemängden för typen I utgörs av
  - alla instanser av alla klasser C_i som implementerar interfacet I eller implementerar något subinterface till I, samt
  - alla instanser av samtliga subklasser till varje klass C_i.

Att klassen B implementerar interfacet I innebär att:

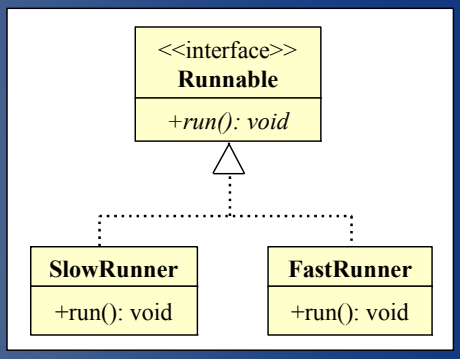
- typen B är en subtyp till typen I
- varje objekt av typen B är också av typen I
- operationerna som definieras av typen I kan appliceras på element av subtypen B

Definiera nya typer via interface

Interfacet Runnable definierar en typ Runnable.

Klassen SlowRunner definierar en typ SlowRunner.

Klassen FastRunner definierar en typ FastRunner.



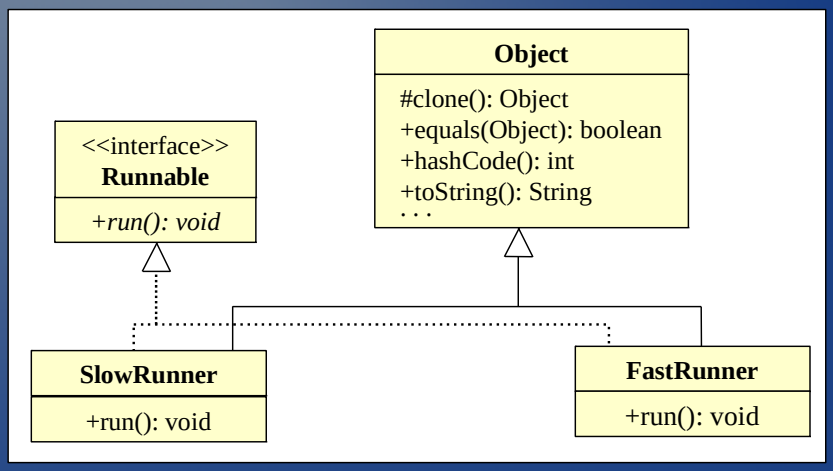
Typen Runnable har endast operationen run.

Mängden av objekt i typen Runnable utgörs av alla instanser av klassen SlowRunner och alla instanser av klassen FastRunner.

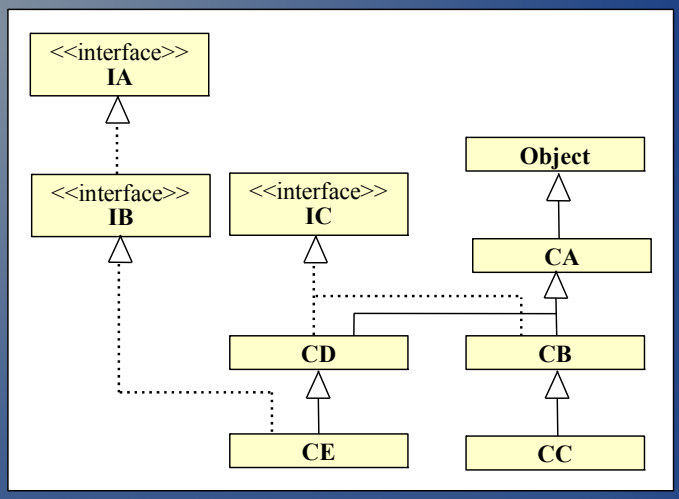
Typerna SlowRunner och FastRunner är subtyper till typen Runnable.

Klassen Object

Eftersom alla klasser är subklasser till klassen Object tillhör alltså ett objekt av typen SlowRunner eller typen FastRunner även typerna Runnable och Object.



Typer och subtyper



Vilka typer tillhör instanser av klassen CC?
Vilka typer tillhör instanser av klassen CE?
Vilka objekt är av typen IC?

Typer i Java

Java är ett starkt typat språk.

Detta innebär att Java har *statisk typkontroll*:

- Typerna för alla variabler måste deklareras, dvs. är kända innan kompileringen.
- Kompilatorn kontrollerar att de operationer som utförs på data i programmet är tillåtna för den typ som datan har.
- Om programmet kompilerar kan inga fel som beror på typer inträffa under exekveringen.

Statisk typkontroll förhindrar en stor klass av buggar från att uppkomma (senare i kursen kommer vi att se att Java inte uppfyller detta fullt ut).

Typkompatibilitet

Typsystemet behöver inte vara hur strikt som helst, att t.ex. använda en **long** istället för en **int** innebär aldrig någon fara.

Det finns ett stort antal regler för vilka typer som får användas istället för en given typ, kallas *typkompatibilitet*.

Kompilatorn känner till dessa regler och utför om möjligt implicita typomvandlingar vid behov.

Typkompatibilitet

Exempel på godtagbara omvandlingar på primitiva typer är mindre till större (i bytes) och heltal till flyttal (kallas *widening*):

```
short ->  int
int   ->  float
float ->  double
long  ->  float
```

Följande tilldelningssatser är alltså korrekta:

```
int small = 10;
long large = small;
```

eftersom typen **int** är *kompatibel* med typen typen **long**.

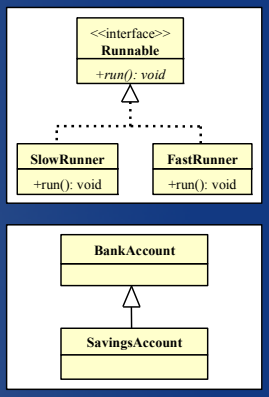
Typkompatibilitet

För referenstyper gäller att *en subtyp är kompatibel med sina supertyper*, detta kallas för *polymorfism*.

Det är alltså tillåtet att skriva

```
//widening reference types
Runnable theWinner = new FastRunner();
Runnable theLoser = new SlowRunner();
BankAccount account = new SavingsAccount()
```

eftersom typerna FastRunner och SlowRunner är subtyper till typen Runnable, och typen SavingsAccount är subtyp till typen BankAccount.



Observera att vi har olika typer på objekten och på referenserna till objekten.

Som vi snart skall se är både typen av objektet och typen av dess referens signifikanta på olika sätt.

Innebär: Viktigt att förstå typer i Java.

Explicit typomvandling (casting)

Det är möjligt att säga åt kompilatorn att åsidosätta typkontrollen genom *explicit typomvandling*:

```
Runneable runner = . . .;
SlowRunner slow = (SlowRunner) runner;
```

Eftersom vi säger att slow är av typen SlowRunner, kontrolleras inte detta av kompilatorn. Ansvaret är vårt! Förhoppningsvis stämmer det, men om runner är av typen FastRunner erhålls ett exekveringsfel.

Observera att explicit typomvandling inte förändrar ett objekt från en typ till en annan typ! Det är endast en indikation till kompilatorn att en referensvariabel *förutsätts* referera till ett objekt av angiven typ. I detta fall att referensvariabeln slow refererar till ett objekt av typen SlowRunner.

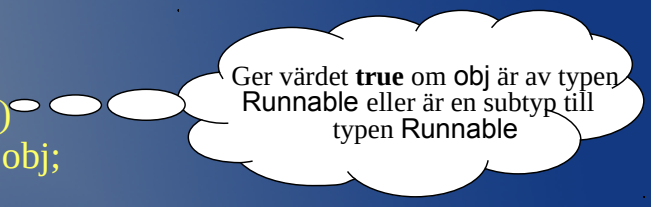
Explicit typomvandling kallas även *narrowing* och *downcasting*.

Explicita typomvandlingar innebär alltid en risk!
Typkontrollen sätts ur spel. Undvik!

Explicit typomvandling

För att kontrollera att tilldelning och explicit typomvandling är möjlig (dvs. bibehåller typsäkerheten), kan man för referenstyper använda **instanceof**-operatorn.

```
Object obj = . . .;
if (obj instanceof Runnable)
    Runnable r = (Runnable) obj;
```



Men även detta bör undvikas.

Explicit typomvandling mellan helt orelaterade typer (då det inte finns något supertyp/subtyp förhållande) är inte tillåtet.

Återkommande frågeställning:

Är typerna kompatibla? Går det att omvandla A till B utan att typsäkerheten bryter samman.

Typer och subtyper: Sammanfattning

Det finns en speciell relation mellan typen av en superklass och typerna av dess subklasser, samt mellan typen av ett interface och typerna för klasser som implementerar interfacet:

- en subklass till en klass definierar en subtyp till superklassens typ
- en klass som implementerar ett interface definierar en subtyp till interfacets typ.

Om S är en subtyp till T, så är mängden av objekt i typen S en delmängd till mängden av objekt i typen T, och mängden operationer i typen T är en delmängd till mängden operationer i typen S.