EDA016 Programmeringsteknik för D

Läsvecka 4: Aritmetik, Logik & Datastrukturer

Björn Regnell

Datavetenskap, LTH

Lp1-2, HT 2015

4 Aritmetik, Logik & Datastrukturer

- Att göra denna vecka
- Aritmetik
- Summering
- Logik
- Datastrukturer
- Specifikationer och implementationer
- Oföränderlighet (immutability)
- Hjälpmedel på tenta: ”snabbreferens”

Att göra i Vecka 4: Förstå aritmetiska och logiska uttryck, använda klasser mha klass-specifikationer

1. Läs följande kapitel i kursboken:
   3.1–3.9, 5, 6.1–6.4, 7.2, 7.5
   Begrepp: heltalsdivision med rest, implicit och explicit typkonvertering, aritmetiska och logiska uttryck, De Morgans lagar, oföränderlighet
2. Gör övning 4: Aritmetik, Logik
3. Träffas i samarbetsgrupper och hjälp varandra förstå
4. Gör Lab 3: använda färdigskrivna klasser, kvadrat

Primitiva datatyper i Java

Typ	Betydelse
`byte`, `short`, `int`, `long`	heltal
`float`, `double`	reellt tal (tal med decimaldel)
`boolean`	logiskt värde (sant eller falskt)
`char`	tecken, till exempel bokstav, siffra, specialtecken

`String` liknar vanliga klasser men har speciellt stöd i språket.
Mer om detta nästa vecka.

Numeriska typernas storlek samt min- och max-värden

Typ	Bitar	Min	Max
`byte`	8	-128	$+127$
`short`	16	$-32\,768$	$+32\,767$
`char`	16	0	$65\,535$
`int`	32	$-2\,147\,483\,648$	$+2\,147\,483\,647$
`long`	64	$\approx -9 \cdot 10^{18}$	$\approx +9 \cdot 10^{18}$
`float`	32	$\approx -3.4 \cdot 10^{38}$	$\approx +3.4 \cdot 10^{38}$
`double`	64	$\approx -1.8 \cdot 10^{308}$	$\approx +- 1.8 \cdot 10^{308}$

För detaljer se Javas språkspecifikation och IEEE-standarden 754

Konstanter för min- och max-värden

Några exempel:

```
short smin = Short.MIN_VALUE;   // smin = -32768

int imax = Integer.MAX_VALUE;   // imax = 2147483647

double dmin = Double.MIN_VALUE; // dmin = 4.9E-324
                                // OBS! pyttelitet men positivt

double dmax = Double.MAX_VALUE; // dmax = 1.8E308
```

Se vidare subklasser till Number-klassen.

Math

Exempel på statiska bra-att-ha-metoder i klassen Math

```
long round(double x);                 // avrundning, även float till int
int abs(int x);                       // |x|, även double ...
double hypot(double x, double y);     // sqrt(x^2 + y^2)
double sin(double x);                 // sin x även: cos, tan, asin, atan etc.
double exp(double x);                 // e^x
double pow(double x, double y);       // x^y
double log(double x);                 // ln x
double sqrt(double x);                // sqrt(x)
double toRadians(double deg);         // deg · π/180
```

Precisionsproblem

Vad skriver nedan program ut?

```
1  package week04;
2
3  public class PrecisionProblems {
4      public static void main(String[] args) {
5          double x = 0.999999999999999999E6;
6          double d = 1E-12;
7          System.out.println("x == " + x);
8          System.out.println("d == " + d);
9
10         // dangerous to check floating point number equality with ==
11         boolean isSame = x + d == x;
12         System.out.println("(x + d == x) == " + isSame);
13
14         double a = 0.99999999998;
15         double b = 0.99999999999;
16
17         if (Math.abs(a - b) < 1e-4) {  // a better way to check double equality
18             System.out.println("a and b are approximately the same");
19             System.out.println("Math.abs(a - b) == " + (Math.abs(a - b)));
20         }
21     }
22 }
```

Se mer detaljer här.

Deklarationer av variabler

```
typ namn = startvärde;
```

- Om startvärdet utelämnas blir lokala variabler odefinierade, attribut får implicit startvärde (0, 0.0, . . .).
- Om det i en klass finns flera förekomster av samma namn så gäller den ”närmaste” deklarationen:

```
public class A {
    private int x; // attribut

    public void p() {
        int x = 0; // lokal variabel i metoden p
        // alla förekomster av "x" avser här den lokala
        // variabeln x. Om man vill komma åt attributet
        // x skriver man this.x
    }
}
```

Implicita startvärden för attribut

Om en variabel är ett attribut (field) så ges implicita startvärden när objektet konstrueras. OBS! Detta gäller **inte** för lokala variabler som måste initialiseras före första användningen.

DataType	Default Value (for fields)
`byte`	0
`short`	0
`int`	0
`long`	0L
`float`	0.0f
`double`	0.0d
`char`	'\u0000'
`boolean`	false
`String` or any object	`null`

Implicit och explicit konvertering mellan numeriska värden vid tilldelning

Tilldelningssats:

```
variabel = uttryck;
```

- Variabel och uttryck ska ha **samma eller kompatibel** typ.
- Om variabeln är ”större” än uttryckets värde konverteras det nya värdet automatiskt till variabelns typ.
- Om variabeln är ”mindre” måste man konvertera explicit:

```
int i = 100;
double d = 314.61;
short s = (short) i; // värdet av i konverteras
                     // till short
i = (int) d;         // värdet av d konverteras
                     // till int, 314.61 -> 314
```

Några aritmetriska uttryck

Heltalsuttryck:

```
1  int a = 0;
2  int b = 12;
3  int c = 20;
4  a = 2 * (b + c) + 4; // a = 68
5  b = a / 10;          // b = 6 (6.8, decimalerna stryks)
6  c = a % 10;          // c = 8 (68/10 = 6 + 8/10, 8 är resten)
```

Reella uttryck:

```
1  double x = 1.4;
2  double y = 1 + 2 * (x + 1); // y = 5.8
3  double z = x * x + y * y;   // z = 35.60
4  z = z / 10;                 // z = 3.56
5  int a = 5;
6  x = 1 + (double) a / 2;     // x = 3.5
```

Explicit typkonvertering har **högre** prioritet än de aritmetiska operatorerna!

Var n-te gång, jämt delbart med n

Vanligt trick: `if (i % n == 0) { ... }`

```
1  package week04;
2
3  public class EveryNth {
4
5      public static void main(String[] args) {
6          int max = 7*22;
7          int n = 7;
8          for (int i = 0; i <= max; i++) {  // görs (max + 1) gånger
9              if (i % n == 0) {
10                 System.out.println(i + " % " + n + " == 0 JÄMT DELBART MED " + n);
11             } else {
12                 System.out.println(i + " % " + n + " == " + (i % n));
13             }
14         }
15     }
16
17 }
```

Förkortade tilldelningssatser

Tilldelning med samma variabel både till höger & vänster kan förkortas:

```
x += dx;      // <=> x = x + dx
sum += term; // <=> sum = sum + term
nbr /= 10;   // <=> nbr = nbr / 10
```

Kortformer för att öka/minska med 1 (inkrementering/dekrementering):

```
x++;          // <=> x = x + 1  <=> x += 1
x--;          // <=> x = x - 1  <=> x -= 1
```

Postfix och prefixnotation med ++ och -- (använd med försiktighet)

```
int a = 10;
int x = a++; // a blir 11, x blir 10
int b = 10;
int y = ++b; // b blir 11, y blir 11
y = --b;     // b blir 10, y blir 10
y = b--;     // b blir 9,  y blir 10
```

Algoritmexempel: summering 1

Pseudo-kod för algoritmen ”Summera värden”:

```
sum = 0;
för alla termer {
    term = "nästa term";
    sum = sum + term;
}
```

Exempel 1: läs n; för alla n tal: läs och summera; skriv ut.

```
Scanner scan = new Scanner(System.in);
int n = scan.nextInt(); // läs antalet tal
int sum = 0;
for (int i = 0; i < n; i++) {
    int term = scan.nextInt(); // läs nästa tal
    sum = sum + term;
}
System.out.println(sum);
```

Algoritmexempel: summering 2

Exempel 2: läs tills negativt tal påträffas, summera.

```
Scanner scan = new Scanner(System.in);
int sum = 0;
int nbr = scan.nextInt();
while (nbr >= 0) {
    sum = sum + nbr;
    nbr = scan.nextInt();
}
```

Exempel 3: Beräkna summan $\sum_{i=1}^{100} \frac{1}{i * i}$

```
double sum = 0;
for (int i = 1; i <= 100; i++) {
    sum = sum + 1.0 / (i * i);
}
```

Logiska uttryck

Logiska uttryck kan kopplas samman med operatorerna && (”och”), || (”eller”), ! (”icke”).

```
int a = 3;
int b = 10;
if (a > 1 && b > 1) ...      // true
if (a < 0 || a > 10) ...     // false
if (! (a > 5)) ...           // true (a <= 5)
```

Sanningstabell för logiska operatorer:

p	q	p && q	p || q	! p
true	true	true	true	false
true	false	false	true	
false	true	false	true	true
false	false	false	false	

Negering av logiska uttryck med De Morgans lagar

p och q är logiska uttryck, $\neg$ står för ”icke”, $\wedge$ för ”och”, $\vee$ för ”eller”:

$$\neg(p \wedge q) \iff (\neg p) \vee (\neg q)$$
$$\neg(p \vee q) \iff (\neg p) \wedge (\neg q)$$

I vanligt språk:

- Om uttrycket består av deluttryck sammanbundna med && eller ||, ändra alla && till || och omvänt.
- Negera alla ingående deluttryck. En relation negeras genom att man byter == mot !=, < mot >=, etc.

Exempel:

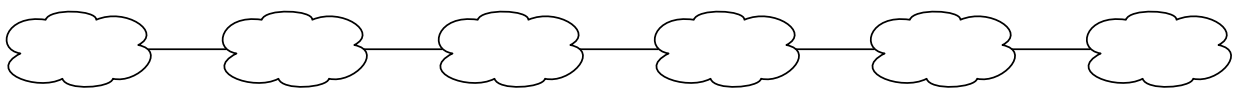
```
! (a < b || (a == 1 && b == 1))                    ⟺
! (a < b) && ! (a == 1 && b == 1)                  ⟺
! (a < b) && (! (a == 1) || ! (b == 1))            ⟺
a >= b && (a != 1 || b != 1)
```

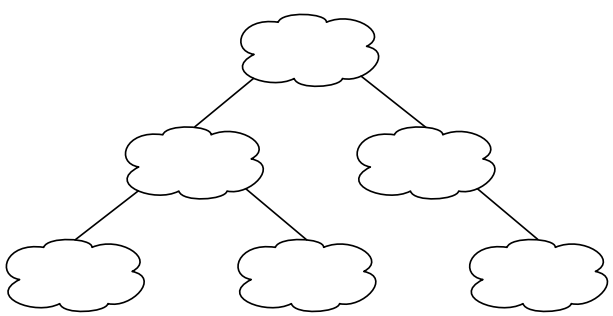
Vad är en datastruktur?

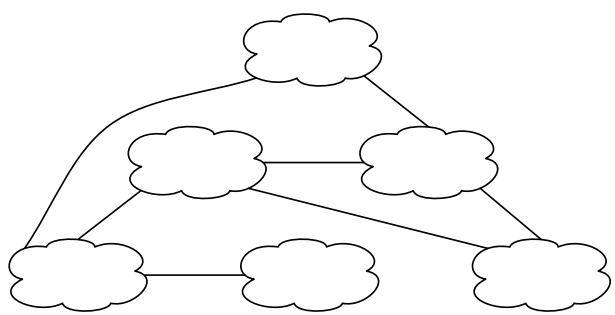
En datastruktur:

- kan innehålla många element,
- har *ett* namn,
- och man kan komma åt de enskilda elementen.

Har man många element av samma typ kan man organisera elementen på olika sätt, till exempel som listor, träd eller grafer:







Mer om detta i fortsättningskursen...

Klass som datastruktur

- En enkel form av datastruktur är att kapsla in olika element som hänger i hop i en **post** (eng. *record*).
  Kallas även **tupel** (eng. *tuple*).
  Exempel: en post med persondata innehåller fälten *förnamn*, *efternamn*, *personnummer*
- I många programspråk finns speciella språkkonstruktioner för detta (`record` i Pascal, `struct` i C, `Tuple` i Scala).
- I objektorienterade språk kan man använda attribut i klasser för att skapa en sådan datastruktur. En klass kan erbjuda både lagring av data i en (intern) struktur och operationer för att läsa och bearbeta data.
  Klasser samlar data och operationer på data.

Exempel på klass som datastruktur: Person

```
1  package week04;
2
3  public class Person {
4      private String givenNames;  //separated by blank if more than one
5      private String familyName;
6      private String socialSecurityNumber;  //12 digits e.g. 199901013538
7
8      public Person(String givenNames, String familyName, String socialSecurityNumber) {
9          this.givenNames = givenNames;
10         this.familyName = familyName;
11         this.socialSecurityNumber = socialSecurityNumber;
12     }
13     public String getGivenNames() {
14         return givenNames;
15     }
16     public void setGivenNames(String givenNames) {
17         this.givenNames = givenNames;
18     }
19     public String getFamilyName() {
20         return familyName;
21     }
22     public void setFamilyName(String familyName) {
23         this.familyName = familyName;
24     }
25     public String getSocialSecurityNumber() {
26         return socialSecurityNumber;
27     }
28     public void setSocialSecurityNumber(String socialSecurityNumber) {
29         this.socialSecurityNumber = socialSecurityNumber;
30     }
31 }
```

För den nyfikne: läs om boilerplate code och denna diskussion

Specifikation av klassen BankAccount

BankAccount

```
/** Skapar ett bankkonto med numret accntNbr och
    saldot noll */
BankAccount(int accntNbr);

/** Tar reda på kontonumret */
int getAccntNbr();

/** Tar reda på saldot */
int getBalance();

/** Sätter in amount kronor på kontot */
void deposit(int amount);

/** Tar ut amount kronor från kontot */
void withdraw(int amount);
```

Implementation av klassen BankAccount, 1

```
public class BankAccount {
    private int accntNbr; // kontonummer
    private int balance;  // saldo

    /** Skapar ett bankkonto med numret accntNbr och saldot noll */
    public BankAccount(int accntNbr) {
        this.accntNbr = accntNbr;
        this.balance = 0;
    }

    /** Tar reda på kontonumret */
    public int getAccntNbr() {
        return accntNbr;
    }
```

Implementation av klassen BankAccount, 2

```
    /** Tar reda på saldot */
    public int getBalance() {
        return balance;
    }

    /** Sätter in amount kronor på kontot */
    public void deposit(int amount) {
        balance = balance + amount;
    }

    /** Tar ut amount kronor från kontot */
    public void withdraw(int amount) {
        balance = balance - amount;
    }
}
```

Bankkonto med ränta

Krav på bankkonto med ränta:

1. Ränta för varje dag som pengar finns på kontot skall ackumuleras.
2. Vid årsskiftet skall räntan sättas in på kontot.

Design av bankkonto-klass med ränta:

- Attributet `interestRate` anger räntesatsen i procent för kontot.
- Den ackumulerade räntan (attributet `interest`) ökas genom anrop av metoden `computeInterest()` varje gång som saldot förändras genom insättning eller uttag.
- Attributet `lastInterestDay` anger numret på den dag (med början på nummer 1 för den 1 januari) då räntan senast beräknades.
- Metoden `Date.today()` ger numret på aktuell dag.
- I slutet av ett år läggs den ackumulerade räntan till saldot när någon ”utifrån” utför operationen `newYearActions()`.

Se hela lösningen här. (Designen är inte särskilt realistisk... Varför?)

Implementation BankAccountWithInterest, 1

Abstraktion:
Vi löser delproblemet att räkna ränta i en egen metod

```
public class BankAccountWithInterest {
    private int accntNbr;         // kontonummer
    private int balance;          // saldo
    private double interestRate; // räntesats i procent
    private double interest;     // ackumulerad ränta under året
    private int lastInterestDay; // dagnummer för senaste ränteberäkning

    //... konstruktor, getters/setters (visas ej)

    public void deposit(int amount) {
        computeInterest();
        balance = balance + amount;
    }
```

Implementation BankAccountWithInterest, 2

Abstraktion:
Vi återanvänder lösningen på delproblemet att räkna ränta

```
    /** Adderar årets ränta till saldot. Ska utföras vid årsskifte */
    public void newYearActions() {
        computeInterest();
        balance = balance + (int) Math.round(interest);
        interest = 0;
        lastInterestDay = 1;
    }

    /** Adderar räntan sedan föregående insättning eller uttag */
    private void computeInterest() {
        interest = interest + interestRate / 100.0 *
                   (Date.today() - lastInterestDay) /
                   360 * balance;
        lastInterestDay = Date.today();
    }
}
```

Specifikation av klassen `Square`

`Square`

```
/** Skapar en kvadrat med övre vänstra hörnet i x,y och med sidlängden side  */
Square(int x, int y, int side);

/** Ritar kvadraten i fönstret w */
void draw(SimpleWindow w);

/** Flyttar kvadraten avståndet dx i x-led, dy i y-led */
void move(int dx, int dy);

/** Tar reda på x-koordinaten för kvadratens läge */
int getX();

/** Tar reda på y-koordinaten för kvadratens läge */
int getY();

/** Tar reda på kvadratens area */
int getArea();
```

Den interna representationen av kvadratens läge är *inte* stipulerad av specifikationen – det är upp till implementatören.

Specifikation av `SimpleWindow`

Så här ser delar av specifikationen för `SimpleWindow` ut i ankboken Appendix C, sidan 309-312.

`SimpleWindow`

```
/** Creates a window and makes it visible. */
SimpleWindow(int width, int height, java.lang.String title);

/** Moves the pen to a new position. */
void moveTo(int x, int y)

/** Moves the pen to a new position while drawing a line. */
void lineTo(int x, int y)
```

Specifikationerna i ankboken liknar (en enklare variant av) javadoc som genereras ur dokumentationskommentarer. Jämför med javadoc för `SimpleWindow`

Implementation av (delar av) Square-klassen

```
1  package week04;
2  import se.lth.cs.pt.window.SimpleWindow;
3
4  public class Square {
5      private int x;      // x- och y-koordinat för
6      private int y;      // övre vänstra hörnet
7      private int side;   // sidlängd
8
9      public Square(int x, int y, int side) {
10         this.x = x;
11         this.y = y;
12         this.side = side;
13     }
14
15     public void draw(SimpleWindow w) {
16         w.moveTo(x, y) ;
17         w.lineTo(x, y + side);
18         w.lineTo(x + side, y + side);
19         w.lineTo(x + side, y);
20         w.lineTo(x, y);
21     }
22
23     public void move(int dx, int dy) {
24         x = x + dx;
25         y = y + dy;
26     }
27 } // Övning: implementera getX(), getY() och getArea()
```

Varför privata attribut?

Två viktiga anledningar till att göra attribut **`private`** och bara tillåta åtkomst av data via metoder:

1. I metoder kan vi **validera indata** och säkerställa så att manipuleringen blir rätt, till exempel att vi inte tillåter negativ ränta (eller ska vi tillåta det? – ta reda på kraven...)
2. Vi kan **ändra den interna representationen** av data och alltså byta datastruktur utan att behöva ändra alla metodanrop i koden som använder vår klass.

Nackdelen i Java är boilerplate (getters, setters)... Men en bra IDE kan hjälpa till att generera mallar för dessa med ett enkelt menykommando.

Vissa språk har explicit stöd för properties med getter/setter-par (t.ex. JavaScript, C#, Scala) och vissa uppfyller uniform access principle (t.ex. Ruby, Python, Scala) där man kan använda samma syntax oavsett om det är en metod eller ett attribut.

Ändra den interna representationen av kvadratens läge

Läget hos en kvadrat kan representeras av ett `Point`-objekt i stället för av koordinaterna x och y:

```
private Point location; // övre vänstra hörnet
private int side;       // sidlängd
```

Point

```
/** Skapar en punkt med koordinaterna x, y */
Point(int x, int y);

/** Tar reda på x-koordinaten */
int getX();

/** Tar reda på y-koordinaten */
int getY();

/** Flyttar punkten avståndet dx i x-led,
    dy i y-led */
void move(int dx, int dy);
```

Implementera ny Square, 1

```
public class Square {
    Point location;
    int side;

    /** Skapar en kvadrat med övre vänstra hörnet i x,y
    *   och med sidlängden side
    */
    public Square(int x, int y, int side) {
        this.location = new Point(x, y);
        this.side = side;
    }

    public void draw(SimpleWindow w) {
        w.moveTo(location.getX(), location.getY());
        w.lineTo(location.getX(), location.getY() + side);
        w.lineTo(location.getX() + side, location.getY() + side);
        w.lineTo(location.getX() + side, location.getY());
        w.lineTo(location.getX(), location.getY());
    }
```

Implementering av ny `Square`, 2

`draw`-variant med lokala variabler `x` och `y`:

```
public void draw(SimpleWindow w) {
   int x = location.getX();
   int y = location.getY();
   w.moveTo(x, y);
   w.lineTo(x, y + side);
   w.lineTo(x + side, y + side);
   w.lineTo(x + side, y);
   w.lineTo(x, y);
}
```

Implementering av ny `Square`, 3

Inte svåra:

```
    public int getX() {
        return location.getX();
    }

    public int getY() {
        return location.getY();
    }
```

I `move` måste man utnyttja `move`-operationen i `Point` för att flytta kvadraten:

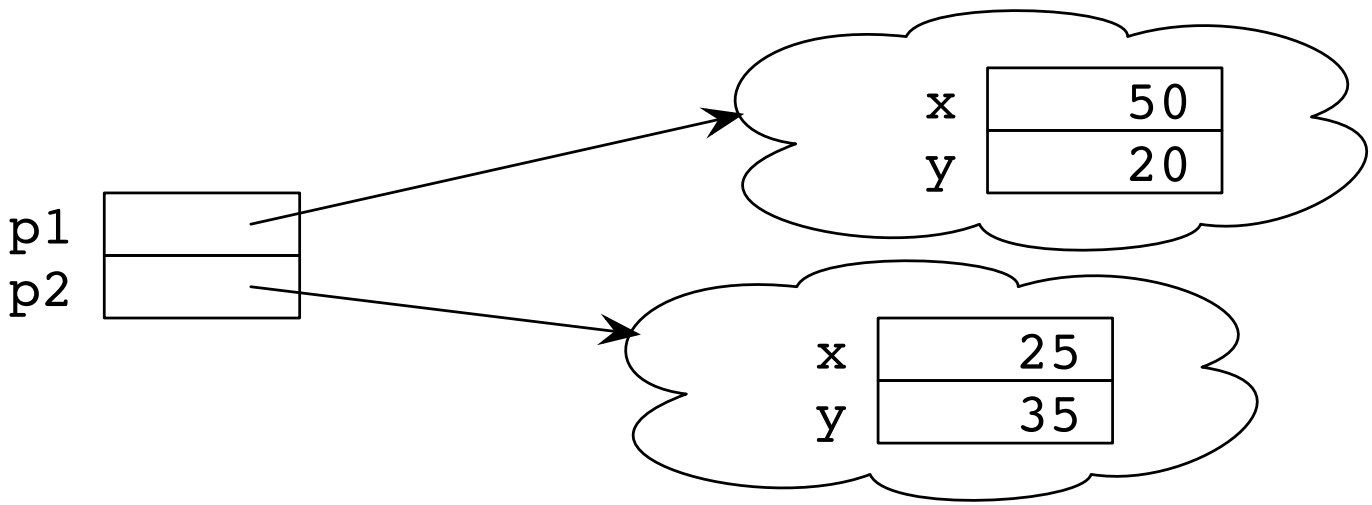
```
    public void move(int dx, int dy) {
        location.move(dx, dy);
    }
```

Objekt som parameter

Point

```
/** Beräknar avståndet mellan denna punkt och punkten p */
double getDistanceTo(Point p);
```

```
Point p1 = new Point(50, 20);
Point p2 = new Point(25, 35);
double dist = p1.getDistanceTo(p2);
System.out.println("Avståndet mellan punkterna är " + dist);
```



Två olika implementationer av `getDistanceTo`

1. Använd bara metoderna i `Point`:

```
public double getDistanceTo(Point p) {
int xDist = getX() - p.getX();
int yDist = getY() - p.getY();
return Math.sqrt(xDist * xDist + yDist * yDist);
}
```

2. Utnyttja kunskapen om att `Point` har attributen `x` och `y`:

```
public double getDistanceTo(Point p) {
int xDist = x - p.x;
int yDist = y - p.y;
return Math.sqrt(xDist * xDist + yDist * yDist);
}
```

Fördelar/nackdelar med 1 vs 2?
Övning: använd `Math.hypot` istället

Delade objekt

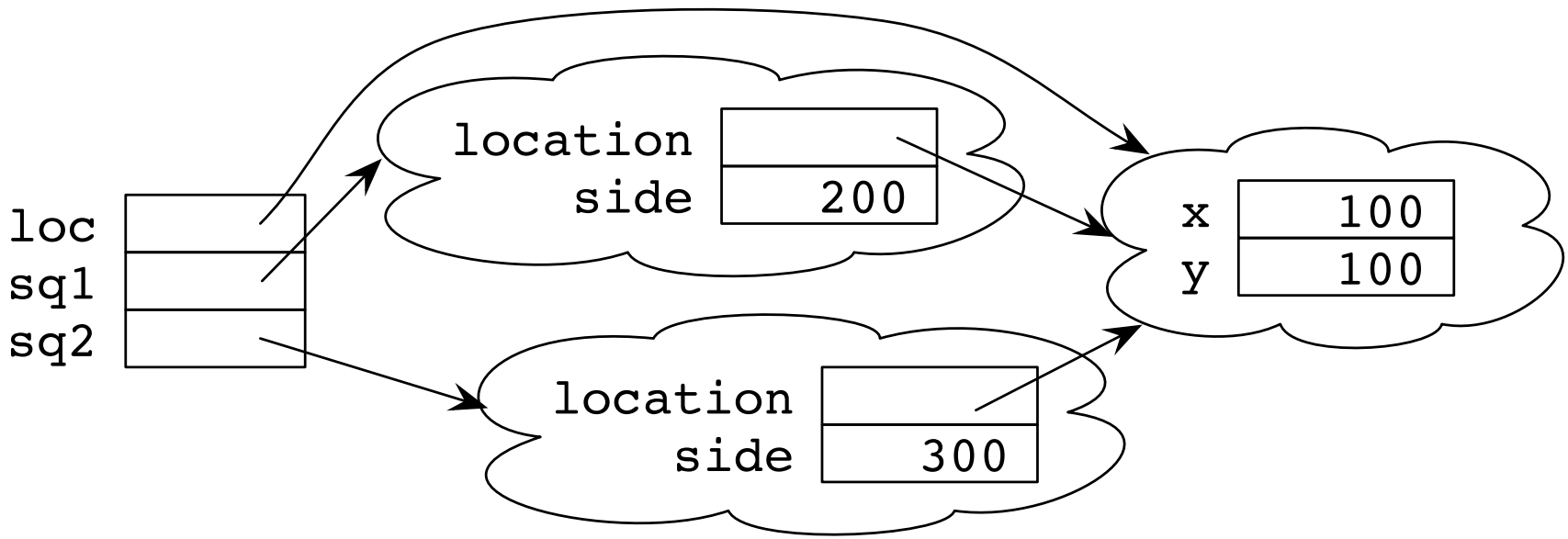
`Point`-objektet som definierar kvadratens läge kan skapas utanför objektet och skickas med som en parameter till en ny konstruktor:

```
public Square(Point location, int side) {
    this.location = location;
    this.side = side;
}
```

Nu kan flera kvadrater dela samma läge:

```
Point loc = new Point(100, 100);
Square sq1 = new Square(loc, 200);
Square sq2 = new Square(loc, 300);
```

Delade objekt — var försiktig!



Nu kan man flytta båda kvadraterna med `loc.move(25,30)`. Men observera att `sq1.move(25,30)` också medför att **båda** kvadraterna flyttas!

Objekt som funktionsresultat

Metoder för att ta reda på kvadratens läge:

```
public int getX() {
    return location.getX();
}

public int getY() {
    return location.getY();
}
```

Man kan skriva en metod som ger `Point`-objektet som resultat, men då ger man användaren **tillgång till den interna representationen**, så det brukar man inte göra om man vill kunna ändra denna i framtiden:

```
public Point getLocation() {
    return location;
}
```

Oföränderlighet (immutability)

Om man kan undvika förändring blir det mycket lättare

- Varje förändring av variablers värden (ändring av tillstånd) är svåra att resonera om och ger lätt upphov till buggar.
- Vi tränar mycket på att **mutera** värden i denna kurs, men i praktiken är det ofta bra att **undvika** mutering.
- Om man ska utnyttja flera trådar och parallell exekvering kräver föränderliga variabler **synkronisering** så att olika trådar inte förstör för varandra och svårhittade buggar uppkommer. Med oföränderliga värden blir jämlöpande exekvering (eng. *concurrency*) enklare.
  Mer om detta i realtidsprogrammering.

Förhindra att variabler ändras med `final`

Attributet `latinsktNamn` nedan är en **konstant**.
Kompilatorn hjälper oss att kolla så att vi inte råkar ändra på det vi har deklarerat som **`final`**.

```
1  class Gurka {
2      public int vikt = 100; //gram
3
4      public final String latinsktNamn = "Cucumis sativus";   // *1
5
6      public String visa() {
7          System.out.println("Denna gurka (" + latinsktNamn + ") väger " + vikt + "g");
8      }
9  }
10
11 public class Constant {
12     public static void main(String[] args){
13         Gurka g = new Gurka();
14         g.vikt = 200;
15         g.latinsktNamn = "Tomat";  // ERROR: ger kompileringsfel! Vilket?
16         g.visa();
17     }
18 }
19
20 // *1: final deklareras gärna även static om det bara behövs en enda
```

Lokala variabler, konstanter

- Deklarera variabler så sent som möjligt, omedelbart innan de används första gången.
- Bara de storheter som behövs för att beskriva tillståndet hos objekt ska vara attribut.
- Deklaration av konstanter görs **`final static`** med namn i versaler:

```
public class CardGame {
    private final static int MAX_PLAYERS = 10;
    ...
}
```

Oföränderligt objekt

```
1  class Gurka {  // exempel på oföränderligt objekt (eng. immutable objekt)
2      private int vikt;
3
4      void Gurka(int vikt) {
5          this.vikt = vikt;  //endast här tilldelas attributet ett värde
6      }
7
8      public Gurka halva(){    // förändrar inte denna instans, skapa ny istället
9          return new Gurka(vikt/2);
10     }
11
12     public void visa() {
13         System.out.println("Denna gurk-instans väger för alltid " + vikt + " gram");
14     }
15 }
16
17 public class ImmutableObject {
18     public static void main(String[] args){
19         Gurka g1 = new Gurka(42);
20         Gurka g2 = g1;              // g1 och g2 refererar till samma objekt
21         g1 = g1.halva();            // förändringen av g1 påverkar inte g2
22         g1.visa();
23         g2.visa();
24     }
25 }
```

Hjälpmedel på tenta: ”snabbreferens”

Enda hjälpmedlet på kontrollskrivning och tenta

Ta med denna snabbreferens **på papper** vid examination:
`http://cs.lth.se/eda016/javaref`

Träna på att hitta i den och att använda den!

Innehåll: satser, uttryck, deklarationer, klasser, standardklasser: Object, Math, System, Integer, String, StringBuilder, List, ArrayList, LinkedList, Random, Scanner), läsa/skriva till/från fil

Träna på kontrollskrivning och tenta

- Det är svårt även för en van programmerare att ta tentan om man inte tränar!
- Jag vill att **alla** tränar mycket på att programmera utan hjälpmedel och att **alla** siktar på **högsta betyg**!
- Boka in **2h** i läsvecka 5 (nästa vecka) med din samarbetsgrupp för att **träna inför kontrollskrivning**.
- Följ instruktionerna på kurshemsidan:
  Examination → Träna inför diagnostisk kontrollskrivning