

Föreläsning 5

När skall implementationsarv användas?

The Open-Closed Principle (OCP)

Liskov Substitution Principle (LSP)

När skall man använda implementationsarv?

Implementationsarv är en konstruktion som kan användas för att få elegant kod

- lättläst
- tydlig
- utbyggbar
- återanvändbar

Men implementationsarv är också en konstruktion som ofta missbrukas, vilket leder till kod som blir

- svårbegriplig
- oflexibel
- svår att underhålla.

2

När skall man använda implementationsarv?

Motiveringar för att använda implementationsarv:

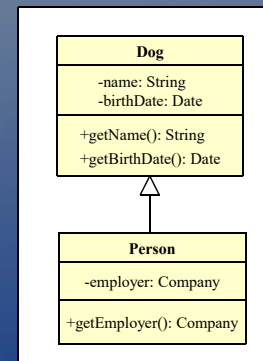
- Återanvändning av kod
Klass B kan utnyttja (data och metoder) som finns i klass A.
- Is-a relation
Varje objekt av klassen B "är" också ett objekt av klassen A. Vilket betyder att mängden av alla objekt av klassen B är en delmängd av alla objekt i klassen A. ("En bil är ett fordon")
- Det publika gränssnittet
Det publika gränssnittet för klass B inkluderar det publika gränssnittet för klass A.
- Polymorfism
Det finns ett behov av att kunna byta ut basklassen mot underklasser, dvs kunna tilldela ett objekt av klassen B till en variabel som deklarerats av klassen A.

3

Implementationsarv för återanvändning av kod

En av de verkliga fördelarna med implementationsarv är återanvändning av kod. Men är återanvändning av kod i sig en tillräcklig anledning att använda implementationsarv?

Betrakta nedanstående UML-diagram:



Möjligheten att ärva kod som annars skulle behöva dupliceras är en användbar egenskap hos objektorienterade språk, och därför skall man alltid överväga möjligheten att använda implementationsarv.

Men enbart återanvändning av kod rättfärdigar inte implementationsarv.

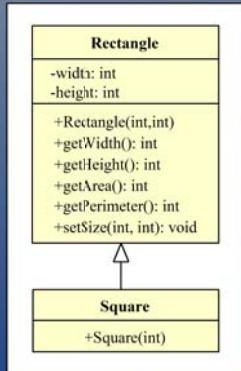
En person är ingen hund!!

4

Implementationsarv kontra "is-a"-relation

Antag att vi skall utveckla ett system där vi behöver modellera geometriska rektanglar och kvadrater.

Från matematiken vet vi att en kvadrat är en speciell typ av rektangel. Således verkar det självklart att använda implementationsarv.



All kod i Rectangle återanvänds. Subklassen Square behöver endast implementera konstruktorn!

Eller?

5

Implementationsarv kontra "is-a"-relation

```
public class Rectangle {
    private int width, height;
    public Rectangle(int width, int height) {
        this.width = width;
        this.height = height;
    }
    public int getWidth() {
        return width;
    }
    public int getHeight() {
        return height;
    }
    public int getArea() {
        return width * height;
    }
    public int getPerimeter() {
        return 2 * (width + height);
    }
    public void setSize(int width, int height) {
        this.width = width;
        this.height = height;
    }
}

public class Square extends Rectangle {
    public Square(int size) {
        super(size, size);
    }
}
```

6

Implementationsarv kontra "is-a"-relation

Det finns dock ett allvarligt problem med denna design. Eftersom klassen Square ärver alla publika metoder i superklassen Rectangle, kommer klassen Square att ha metoden

```
public void setSize(int width, int height)
```

som har två parametrar.

Anropet

```
square.setSize(5, 10);
```

gör att höjden och bredden på kvadraten square blir olika!!

En setSize-metod på en kvadrat skall endast ha en parameter.

Vad kan vi göra åt detta?

7

Implementationsarv kontra "is-a"-relation

En möjlighet är att överskugga setSize-metoden, t.ex kan vi i klassen Square ge metoden

```
@Override
public void setSize(int width, int height) {
    this.width = width;
    this.height = width;
}
```



Denna ändring garanterar att höjden och bredden av en kvadrat är lika stora. Men lösningen är dålig:

- åtkomstmodifierarna för instansvariablerna width och height i klassen Rectangle måste ändras från **private** till **protected**
- det är förvirrande att ange storleken på en kvadrat med två parametrar
- om en klient tror att en variabel r refererar till ett objekt av typen Rectangle, men i verkligheten refererar till ett objekt av typen Square ändrar inte anropet
r.setSize(5, 10);
höjden av objektet.

8

The Open-Closed Principle (OCP)

Att vi behöver ändra åtkomstmodifierarna för instansvariablerna i klassen Rectangle, när vi utvecklar subklassen Square innebär att vi bryter mot *The Open-Closed Principle*:

Software modules should be both open for extension and closed for modification. (Bertrand Meyer)

Superklassen Rectangle är inte sluten för förändringar när vi utvidgar med subklassen Square.

9

Implementationsarv kontra "is-a"-relation

Att slippa ange storleken på en kvadrat med både bredden och höjden kan vi lösa genom att *överlagra* setSize-metoden i Square:

```
public void setSize(int size) {  
    this.width = size;  
    this.height = size;  
}
```

Men denna åtgärd *löser inte grundproblemet* med vår design.

10

The Principle of Least Astonishment

Det är fortfarande möjligt att skriva:

```
Rectangle r;  
...  
r = new Square(8);  
r.setSize(5, 10);  
...
```

Om användaren tror att r är av typen Rectangle vid anropet av

```
r.setSize(5, 10);
```

förväntar sig användaren att r har höjden 10 efter anropet. Inte att höjden är 5!!

Om en klient tror att den har en referens till ett objekt av typen A, men i verkligheten har en referens till ett objekt som är av subtypen B, får det inte bli några överraskningar när klienten sänder meddelanden till objektet.

11

Liskov Substitution Principle (LSP)

If for each object o1 of type S there is an object o2 of type T such that for all programs P defined in terms of T, the behaviour of P is unchanged when o1 is substituted for o2 then S is a subtype of T.
(Barbara Liskov)

LSP säger att det är acceptabelt att göra klassen S till en subklass av klassen T, *om och endast om* det för varje publik metod som finns både i T och S gäller att S's metod som indata godtar alla värden som T's metod godtar samt att S gör alla bearbetningar på denna indata som T gör (S får göra fler bearbetningar än T).

Om en subtyp S till typen T uppfyller Liskov Substitution Principle säger vi att S är en äkta subtyp till T.

I Java är det alltså möjligt att införa subtyper som inte äkta subtyper, vilket är en potentiell källa till buggar.

12

Liskov Substitution Principle (LSP)

Metoden `setSize(int width, int height)` i klassen `Rectangle` har beteendet att ändra storleken på höjden oberoende av storleken på bredden. Metoden `setSize(int width, int height)` i klassen `Square` kan *omöjligt* ha detta beteende och fortfarande ha kvar egenskapen att vara en kvadrat.

Från LSP följer således att *en kvadrat INTE är en rektangel* och att klassen `Square` därför inte skall implementeras som en subclass till klassen `Rectangle`.

Har då matematikerna fel som säger att *en kvadrat ÄR en rektangel*?

Nej, matematiskt betraktas alla geometriska figurer som *icke-muterbara*, d.v.s. när man matematiskt ändrar storleken på en rektangel skapas en helt ny rektangel.

Våra klasser `Rectangle` och `Square` är muterbara, så vad LSP egentligen säger är att *en muterbar kvadrat INTE är en muterbar rektangel*.

13

Behövs klassen Square?

Innan man inför klassen `Square` skall man naturligtvis fråga sig om denna klass verkligen behövs.

- Vad tillför klassen `Square` som inte klassen `Rectangle` har?

- Är det nödvändigt att skilja mellan kvadrater och rektanglar?

- Räcker det att klassen `Rectangle` har en metod `isSquare()` för att avgöra om höjden och bredden är lika?

15

"is-a"-relation och gemensamt gränssnitt

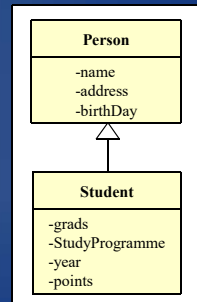
Ett klassiskt exempel för att introducera begreppet arv är klasserna `Person` och `Student`.

Uppenbarligen gäller att "en student är en person". Ett objekt av klassen `Student` har alla egenskaper och alla beteenden som ett objekt av klassen `Person` har, såsom namn, födelsedag och adress.

Klassen `Student` har dessutom ytterligare egenskaper såsom utbildningsnivå, linje, inskrivningsår och avklarade poäng.

Man kan alltså här argumentera för att klassen `Student` skall vara en subclass till klassen `Person`.

Men är detta en bra lösning?



16

Implementation av klasserna Person och Student

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

```
import java.util.Date;
public class Student extends Person {
    private Grade grades;
    ...
    public Student(Name name, Address address,
        Date birthdate, Grade grades) {
        super(name, address, birthdate);
        this.grades = grades;
    }
    public Grade getGrades() {
        return grades;
    }
    ...
}
```

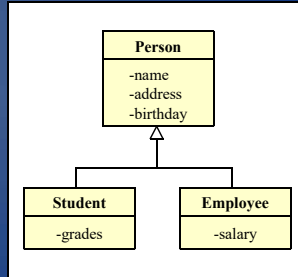
17

"is-a"-relation och gemensamt gränssnitt

Anta att klasserna **Person** och **Student** skall användas i ett system för att lagra uppgifter om studenter på ett universitet. Antag också att man i samma system vill lagra uppgifter om de anställda på universitetet.

Således behövs ytterligare en klass **Employee**.

Av samma skäl som gällde för en student kan man argumentera för att **Employee** skall vara en subclass till klassen **Person**.



18

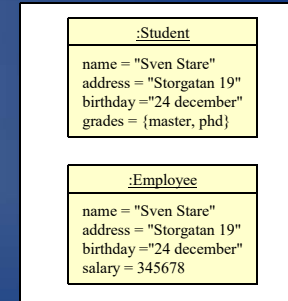
"is-a"-relation och gemensamt gränssnitt

Vad händer om en student blir klar med sin examen och får en anställning på universitetet eller om en student under sin studietid får en deltidsanställning som övningsledare?

Personen kommer att vara representerad av två objekt, ett **Student**-objekt och ett **Employee**-objekt.

Det gemensamma datat som finns i **Person**-klassen dupliceras!

Ändras denna data måste detta åtgärdas i båda objekten, annars leder det till osynkroniserade data!



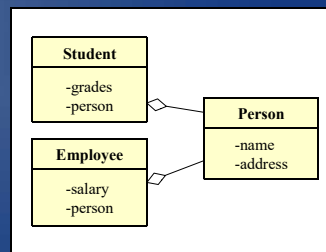
19

Delegering som alternativ till implementationsarv

En bättre lösning än implementationsarv är i detta fall att se student och anställd som *en roll som en person spelar*. En sådan roll är ofta temporär, en person är inte alltid student eller anställd. På grund av den temporära karaktären hos rollerna (i vårt fall student och anställd) och den mera permanenta karaktären hos personen, är det *inte* lämpligt att låta klasserna **Student** och **Employee** vara subclasser till klassen **Person**.

En bättre design är att använda *delegering* och låta klasserna **Student** och **Employee** ha ett objekt av klassen **Person**, till vilket de refererar.

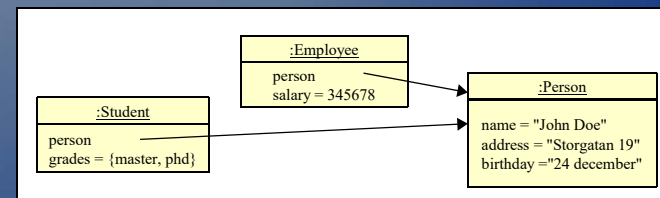
Delegering innebär att ett objekt utåt erbjuder en viss tjänst, men internt överlåter ansvaret för att utföra tjänsten till ett annat objekt.



20

Delegering som alternativ till implementationsarv

I vårt exempel innebär delegering att vi får exakt ett objekt av klassen **Person** för varje verklig person, som är oberoende av alla olika roller som spelas av denna person.



21

Den nya implementationen av klassen Student

```
import java.util.Date;
public class Student {
    private Person person;
    private Grade grades;
    ...
    public Student(Person person, Grade grades) {
        this.person = person;
        this.grades = grades;
    }
    // Delegation
    public String getName() {
        return person.getName();
    }
}

public String getAddress() {
    return person.getAddress();
}
public Date getBirthdate() {
    return person.getBirthdate();
}
public Grade getGrades() {
    return grades;
}
...
}
```

22

Slutsatser

- Ett likadant gränssnitt är inte tillräckligt för ett elegant arvsförhållande, ett konsistent beteende är också nödvändigt.
- Subklasser skall *lägga till nya beteenden*, inte ändra redan befintliga beteenden.
- En klass A som är identisk med en klass B, förutom att den har *extra restriktioner* på sitt tillstånd, skall inte vara en subklass till B.
- Gör så många klasser som möjligt icke-muterbara.
- Överväg alltid om en subklass som inte tillför något eget unikt beteende verkligen behövs.
- Använd aldrig arv utan att beakta *Liskov Substitution Principle*. Subklasser som införs skall introducera äkta subtyper.

23

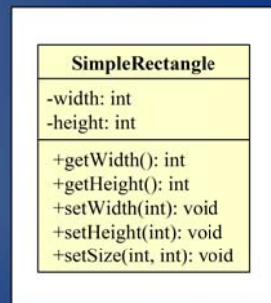
Implementationsarv = stark koppling

Ett problem med implementationsarv är den hårda kopplingen som subklasser har med sina superklasser.

Antag att vi har en klass SimpleRectangle enligt klassdiagrammet till höger.

Säg nu att vi har behov av en ny klass som har samma beteenden som klassen SimpleRectangle, förutom att klassen måste hålla reda på hur många gånger bredden av rektangeln förändras.

Här verkar implementationsarv lämpligt.



24

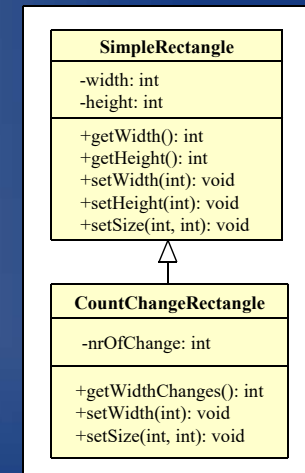
Implementationsarv ger stark koppling

Vi skapar klassen CountChangeRectangle som en subklass till SimpleRectangle.

Vi inför en instansvariabel nrOfChange i CountChangeRectangle för att hålla reda på hur många gånger bredden av rektangeln förändras.

Vidare överskuggar vi metoderna setWidth och setSize så att dessa metoder kontrollerar om bredden på rektangeln förändras och i så fall räknar upp instansvariabeln nrOfChange.

Metoderna setWidth och setSize i klassen CountChangeRectangle utökar alltså beteendet hos motsvarande metoder i klassen SimpleRectangle.



25

Koden för CountChangeRectangle

```
public class CountChangeRectangle extends SimpleRectangle {
    private int nrOfChange = 0;
    public CountChangeRectangle (int width, int height) {
        super(width, height);
    }

    public int getWidthChanges() {
        return nrOfChange;
    }
}
```

```
@Override
public void setWidth(int width) {
    if (width != getWidth()) {
        nrOfChange++;
        super.setWidth(width);
    }
}

@Override
public void setSize(int width, int height) {
    if (width != getWidth())
        nrOfChange++;
    super.setSize(width, height);
}
}
```

En snygg implementation!

Eller?

Ett litet testprogram

Vi skriver ett litet testprogram och ser vad resultatet blir.

```
public static void main(String[] args) {
    CountChangeRectangle r = new CountChangeRectangle(5, 2);
    r.setWidth(4);
    r.setSize(6, 7);
    r.setWidth(8);
    r.setSize(12, 9);
    System.out.println("Antal ändringar: " + r.getWidthChanges());
}
```

Testprogrammet ger utskriften:

Antal ändringar: 6

Men vi har ju bara ändrat vidden på rektangeln 4 gånger!!

Vad är gålet? För att ta reda på detta måste vi veta hur klassen SimpleRectangle är implementerad.

27

Koden för SimpleRectangle

```
public class SimpleRectangle {
    private int width, height;
    public SimpleRectangle(int width, int height) {
        this.width = width;
        this.height = height;
    }
    public int getWidth() {
        return width;
    }
    public int getHeight() {
        return height;
    }
}
```

```
public void setWidth(int width) {
    this.width = width;
}

public void setHeight(int height) {
    this.height = height;
}

public void setSize(int width, int height) {
    setWidth(width);
    setHeight(height);
}
}
```

28

Förklaring till felet

Metoden setSize i klassen SimpleRectangle har följande utseende:

```
public void setSize(int width, int height) {
    setWidth(width);
    setHeight(height);
}
```

Detta innebär att vår implementation av metoden setSize i klassen CountChangeRectangle är felaktig!

```
@Override
public void setSize(int width, int height) {
    if (width != getWidth())
        nrOfChange++;
    super.setSize(width, height);
}
```

Varför är metoden felaktig??

29

Förklaring till felet

Antag att metoden `setSize` i `CountChangeRectangle` anropas med ett värde på parametern `width` som innebär att bredden på rektangeln förändrats. Då inträffar följande:

Metoden `setSize` i `CountChangeRectangle` ökar instansvariabeln `nrOfChange` med 1 för att markera att bredden har förändrats.

Sedan anropas metoden `setSize` i `SimpleRectangle`.

Metoden `setSize` i `SimpleRectangle` anropar i sin tur metoden `setWidth`. Eftersom objektet som anropas har typen `CountChangeRectangle` kommer, på grund av *dynamisk bindning*, metoden `setWidth` i klassen `CountChangeRectangle` att anropas.

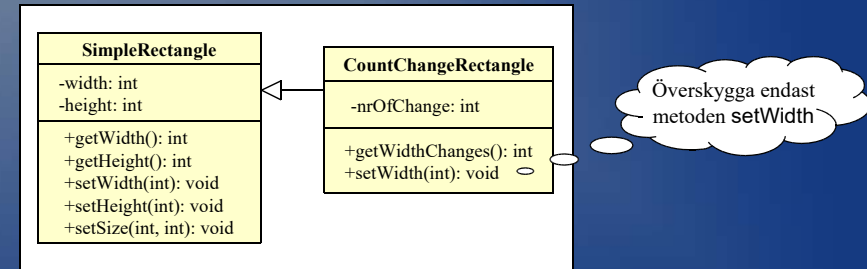
Metoden `setWidth` i klassen `CountChangeRectangle` konstaterar att bredden har förändrats och ökar instansvariabeln `nrOfChange` med 1.

Förändringen räknas alltså två gånger!!

30

Korrekt implementering

För den givna implementationen av klassen `SimpleRectangle`, skall en korrekt implementation av `CountChangeRectangle` inte överskugga metoden `setSize`.



31

Implementationsarv = stark koppling

Om metoden `setSize` i klassen `SimpleRectangle` istället haft följande implementation:

```
public void setSize(int width, int height) {
    this.width = width;
    this.height = height;
}
```

hade dock vår första implementation av klassen `CountChangeRectangle` varit korrekt!

The yo-yo problem:

När programutvecklarna måste hoppa fram och tillbaka bland klasserna i arvshierarkin och läsa koden för att förstå hur en förändring av implementationen i en superklass påverkar tillhörande subclasser.

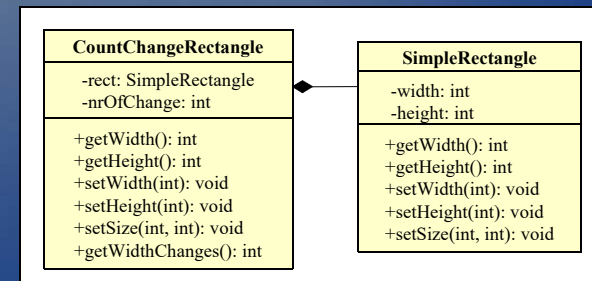
32

Delegering är ett alternativ till implementationsarv

För att kunna göra ett korrekt implementationsarv måste utvecklaren som skriver subclassen känna till implementationsdetaljer i superklassen.

Ofta är delegering en bättre lösning än implementationsarv:

- ger en svagare koppling
- måste användas då implementationen är okänd.



33

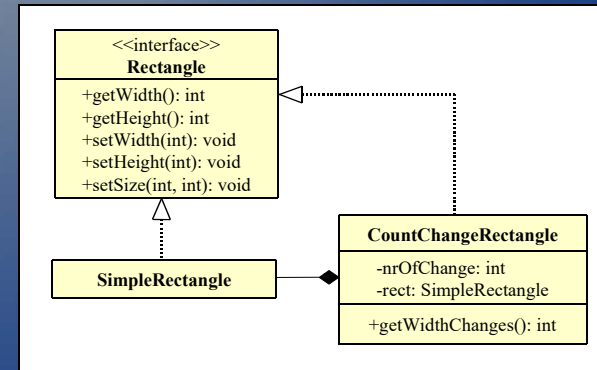
Delegering ett alternativ till implementationsarv

```
public class CountChangeRectangle {
    private SimpleRectangle rect;
    private int nrOfChange = 0;
    public CountChangeRectangle(int width, int height) {
        rect = new SimpleRectangle(width, height);
    }
    public int getWidth() {
        return rect.getWidth();
    }
    public int getHeight() {
        return rect.getHeight();
    }
    public int getWidthChanges() {
        return nrOfChange;
    }
    public void setWidth(int width) {
        if (width != getWidth())
            nrOfChange++;
        rect.setWidth(width);
    }
    public void setHeight(int height) {
        rect.setHeight(height);
    }
    public void setSize(int width, int height) {
        if (width != getWidth())
            nrOfChange++;
        rect.setSize(width, height);
    }
}
```

34

Designa för framtida förändringar

I en mer förutseende design hade klassen SimpleRectangle implementerat ett gränssnitt Rectangle.



35

Implementationsarv kontra delegering

Implementationsarv och delegering är två olika tekniker för att åstadkomma återanvändning av kod i enlighet med *The Open-Closed Principle*.

Båda teknikerna har sitt berättigande och det finns situationer där den ena tekniken är att föredra framför den andra.

Finns tvekan om vilken teknik som skall användas, skall man använda delegering!

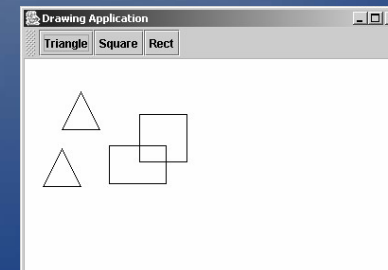
You can choose your friends, but you are stuck with your family.

36

Refaktorering: Exempel - rita polygon

Vi skall i detta exempel utgå från ett program med mycket bristfällig design och stegvis förbättra designen (*refactoring*).

Programmet är ett enkelt ritprogram för att rita polygoner som antingen är kvadrater, rektanglar eller trianglar, som i figuren nedan. Vi kommer endast att beakta den del i programmet som gör själva ritandet av polygonen.



37

Rita polygon: Ursprunglig design

```
public class DrawPolygons {
    private ArrayList<String> polygonTypes;
    private ArrayList<Point> centerPoints;
    ...
    public void paint(Graphics g) {
        for (int i = 0; i < polygonTypes.size(); i++) {
            String currentPolygon = polygonTypes.get(i);
            Point currentCenter = centerPoints.get(i);
            if (currentPolygon.equals("square"))
                g.drawRect(currentCenter.x - 10, currentCenter.y - 10, 20, 20);
            else if (currentPolygon.equals("triangle")) {
                g.drawLine(currentCenter.x, currentCenter.y - 10, currentCenter.x - 10, currentCenter.y + 10);
                g.drawLine(currentCenter.x - 10, currentCenter.y + 10,
                    currentCenter.x + 10, currentCenter.y + 10);
                g.drawLine(currentCenter.x + 10, currentCenter.y + 10, currentCenter.x, currentCenter.y - 10)
            }
            else if (currentPolygon.equals("rectangle"))
                g.drawRect(currentCenter.x - 20, currentCenter.y - 10, 40, 20);
        }
    }
}
```



38

Rita polygon: Ursprunglig design

- Datat som beskriver en polygon finns på två ställen:
 - typen av polygon finns i listan `polygonTypes` i form av en `String`
 - centrum punkten för polygonet finns i listan `centerPoints` som en `Point`
- Detta innebär att listorna lätt blir osynkroniserade. Tas ett element bort ur en lista måste tillhörande element tas bort ur den andra listan.
- Metoden `paint` innehåller all kod för att rita ut de olika polygonerna.
- Om man vill införa nya typer av polygonen (ovaler, cirklar eller hexagoner) måste implementationen av `paint` förändras.

Designen följer definitivt inte Open-Closed principen!

39

Drawing polygon: Design 2

Sammanför datan som beskriver en polygon till en egen klass.

```
import java.awt.Point;
public class PolygonData {
    private String type;
    private Point center;
    public PolygonData(String type, Point center) {
        this.type = type;
        this.center = center;
    }
    public String getType() {
        return type;
    }
    public Point getCenter() {
        return center;
    }
}
```

Refactoring: Extrahera klass

40

Drawing polygon: Design 2

```
public class DrawPolygons {
    private ArrayList<PolygonData> polygons;
    ...
    public void paint(Graphics g) {
        for (int i = 0; i < polygons.size(); i++) {
            String currentPolygon = polygons.get(i).getType();
            Point currentCenter = polygons.get(i).getCenter();
            if (currentPolygon.equals("square"))
                g.drawRect(currentCenter.x - 10, currentCenter.y - 10, 20, 20);
            else if (currentPolygon.equals("triangle")) {
                g.drawLine(currentCenter.x, currentCenter.y - 10, currentCenter.x - 10, currentCenter.y + 10);
                g.drawLine(currentCenter.x - 10, currentCenter.y + 10,
                    currentCenter.x + 10, currentCenter.y + 10);
                g.drawLine(currentCenter.x + 10, currentCenter.y + 10, currentCenter.x, currentCenter.y - 10)
            }
            else if (currentPolygon.equals("rectangle"))
                g.drawRect(currentCenter.x - 20, currentCenter.y - 10, 40, 20);
        }
    }
}
```

Refactoring: Extrahera klass



41

Rita polygon: Design 2

Det vi har åstadkommit är att datat för en polygon är samlad på ett ställe och vi slipper därmed problemet att synkronisera två listor.

I övrigt kvarstår bristerna från design 1.

Designen följer definitivt inte Open-Closed principen!

Information Expert: Den som har tillgång till nödvändig information för att lösa en uppgift är bäst lämpad att lösa uppgiften.

Nu har klass PolygonData all data som berör en polygon, varför denna klass är mest lämpad för att rita ut polygonen. Låt oss göra detta.

Samtidigt döper vi om klassen PolygonData till Polygon

42

Rita polygon: Design 3

Refactoring: Döp om klass

Refactoring: Flytta metod

```
import java.awt.Point;
import java.awt.Graphics;
public class Polygon {
    private String type;
    private Point center;
    public Polygon(String type, Point center) {
        this.type = type;
        this.center = center;
    }
    public String getType() {
        return type;
    }
    public Point getCenter() {
        return center;
    }
}
```

```
public void paint(Graphics g) {
    if (type.equals("square"))
        g.drawRect(center.x -10, center.y -10, 20, 20);
    else if (type.equals("triangle")) {
        g.drawLine(center.x, center.y-10, center.x-10, center.y+10);
        g.drawLine(center.x-10, center.y+10, center.x+10, center.y+10);
        g.drawLine(center.x+10, center.y+10, center.x, center.y-10);
    }
    else if (type.equals("rectangle"))
        g.drawRect(center.x -20, center.y -10, 40, 20);
}
```



43

Rita polygon: Design 3

```
public class DrawPolygons {
    private ArrayList<Polygon> polygons = new ArrayList<Polygon>();
    ...
    public void paint(Graphics g) {
        for (Polygon poly : polygons) {
            poly.paint(g);
        }
    }
    ...
}
```



Stödjer Open-Closed Principen

44

Rita polygon: Design 4

Refactoring: Extrahera metoder

```
import java.awt.Point;
import java.awt.Graphics;
public class Polygon {
    private String type;
    private Point center;
    public Polygon(String type, Point center) {
        this.type = type;
        this.center = center;
    }
    public String getType() {
        return type;
    }
    public Point getCenter() {
        return center;
    }
    public void paint(Graphics g) {
        if (type.equals("square"))
            paintSquare(g);
        else if (type.equals("triangle"))
            paintTriangle(g);
        else if (type.equals("rectangle"))
            paintRectangle(g);
    }
}
```

```
private void paintSquare(Graphics g, Point center) {
    g.drawRect(center.x -10, center.y -10, 20, 20);
}
private void paintTriangle(Graphics g, Point center) {
    g.drawLine(center.x, center.y-10, center.x-10, center.y+10);
    g.drawLine(center.x-10, center.y+10, center.x+10, center.y+10);
    g.drawLine(center.x+10, center.y+10, center.x, center.y-10);
}
private void paintRectangle(Graphics g, Point center) {
    g.drawRect(center.x -20, center.y -10, 40, 20);
}
```



45

Rita polygon: Design 4

Vi har nu åstadkommit att metoden `paint` följer Open-Closed principen. Men vi har flytta problemet till metoden `paint` i klassen `Polygon`. Denna metod bryter definitivt mot OCP!



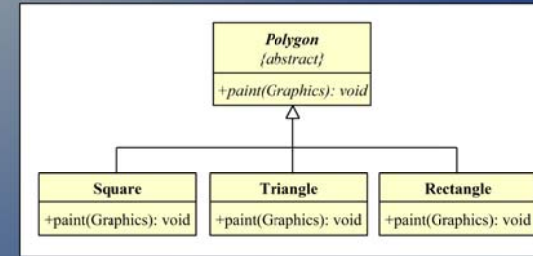
Om vi tänker efter en stund inser vi att ett objekt av klassen `Polygon` håller reda på vilken "typ" av polygon det är för att `paint`-metoden skall kunna särskilja denna "typ" från andra "typer" av polygoner. De olika "typerna" av polygoner är naturligtvis polygoner, men de är ju också olika varandra. Alla är specialiserade polygoner.

De olika "typerna" av polygoner är subtyper till typen `Polygon`.

Refactoring: Ersätt fallanalysen med polymorfism

46

Rita polygon: Design 5



Refactoring: Ersätt fallanalysen med polymorfism

47

Rita polygon: Design 5

```
import java.awt.Point;
import java.awt.Graphics;
public abstract class Polygon {
    private Point center;
    public Polygon(Point center) {
        this.center = center;
    }
    public Point getCenter() {
        return center;
    }
    public abstract void paint(Graphics g);
}
```



```
import java.awt.Point;
import java.awt.Graphics;
public class Square extends Polygon {
    public Square(Point center) {
        super(center);
    }
    @Override
    public void paint(Graphics g) {
        g.drawRect(getCenter().x - 10, getCenter().y - 10, 20, 20);
    }
}
```

48

Rita polygon: Design 5

```
import java.awt.Point;
import java.awt.Graphics;
public class Triangle extends Polygon {
    public Triangle(Point center) {
        super(center);
    }
    @Override
    public void paint(Graphics g) {
        g.drawLine(getCenter().x, getCenter().y-10, getCenter().x-10, getCenter().y+10);
        g.drawLine(getCenter().x-10, getCenter().y+10, getCenter().x +10, getCenter().y+10);
        g.drawLine(getCenter().x +10, getCenter().y+10, getCenter().x, getCenter().y-10);
    }
}
```



```
import java.awt.Point;
import java.awt.Graphics;
public class Rectangle extends Polygon {
    public Rectangle(Point center) {
        super(center);
    }
    @Override
    public void paint(Graphics g) {
        g.drawRect(getCenter().x - 20, getCenter().y - 10, 40, 20);
    }
}
```

49

Rita polygon: Design 5

Vi har åstadkommet en design som uppfyller *Open-Closed principen*.

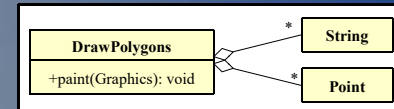
Den existerande koden behöver inte ändras när ny funktionalitet läggs till, t.ex. som att kunna rita ovaler, cirklar och hexagoner.

Vi har gått från en rigid centraliserad design, där all data och funktionalitet var samlad på ett ställe, till en objektorienterad design där data och funktionalitet har distribuerats till ändamålsenliga klasser, och där arv och polymorfism används för att skapa en tydlig, flexibel och utbyggbar struktur.

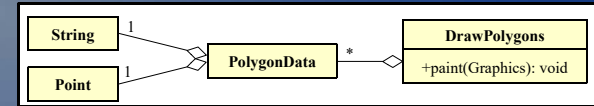
50

Rita polygon

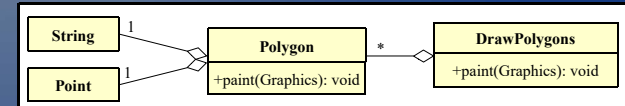
Design 1:
Ursprunglig design



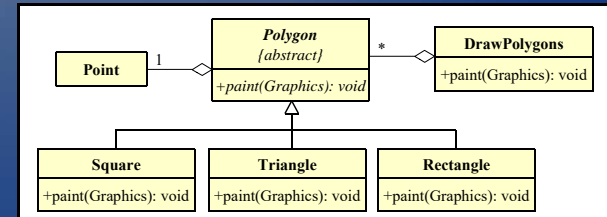
Design 2:



Design 3 & 4:



Design 5:
Slutlig design



51