Principles of subclasses

Objekt-orienterad programmering och design

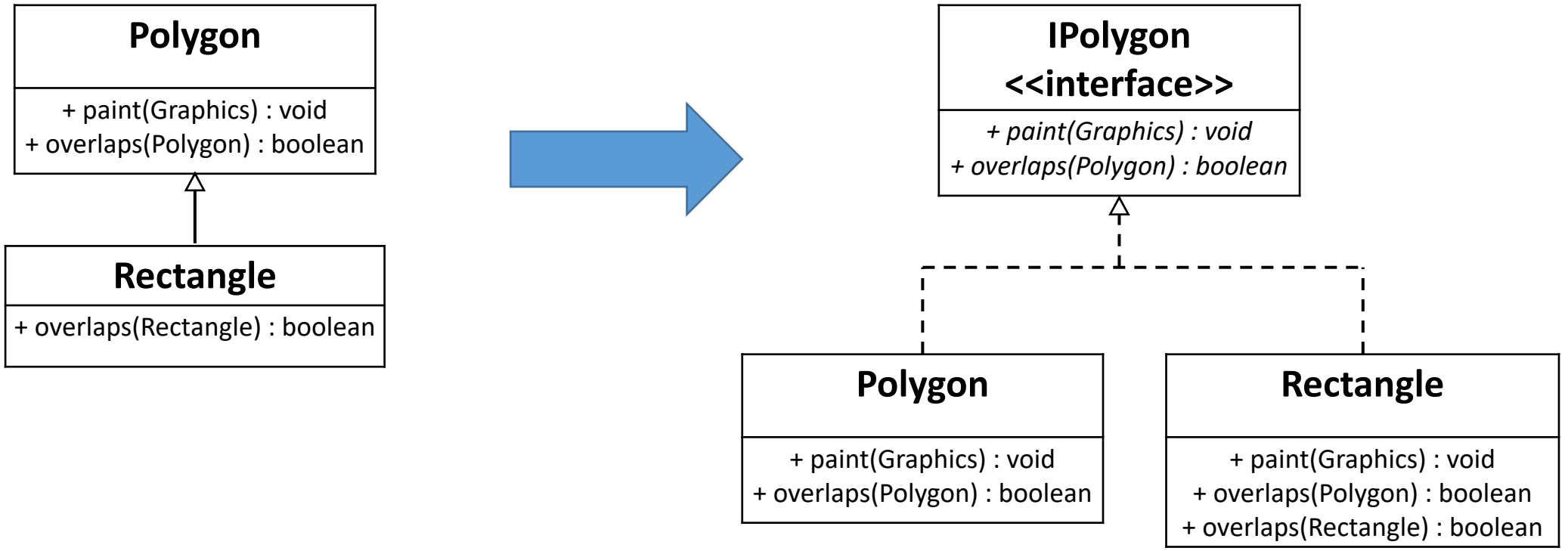
Alex Gerdes, 2018

Implementation inheritance

- Subclassing, eller *implementation inheritance* (implementationsarv), ger oss två fördelar:
  - Polymorfism
    - Ett objekt av en subclass kan användas som om det var ett objekt av sin superclass.
    - Ger flexibilitet, ”Plug-n-play”; kan e.g. arbeta med listor av objekt med superklassen som statisk typ, som vid run time kan vara av antingen superclass eller (någon) subclass.
  - Återanvändning av kod (code reuse)
    - Definiera gemensamma metoder i superklassen som kan ärvas av dess subclass(es).
    - Don’t repeat yourself, ingen cut-n-paste.
    - Ger ett enda ställe för förändring vid behov – maintainability.

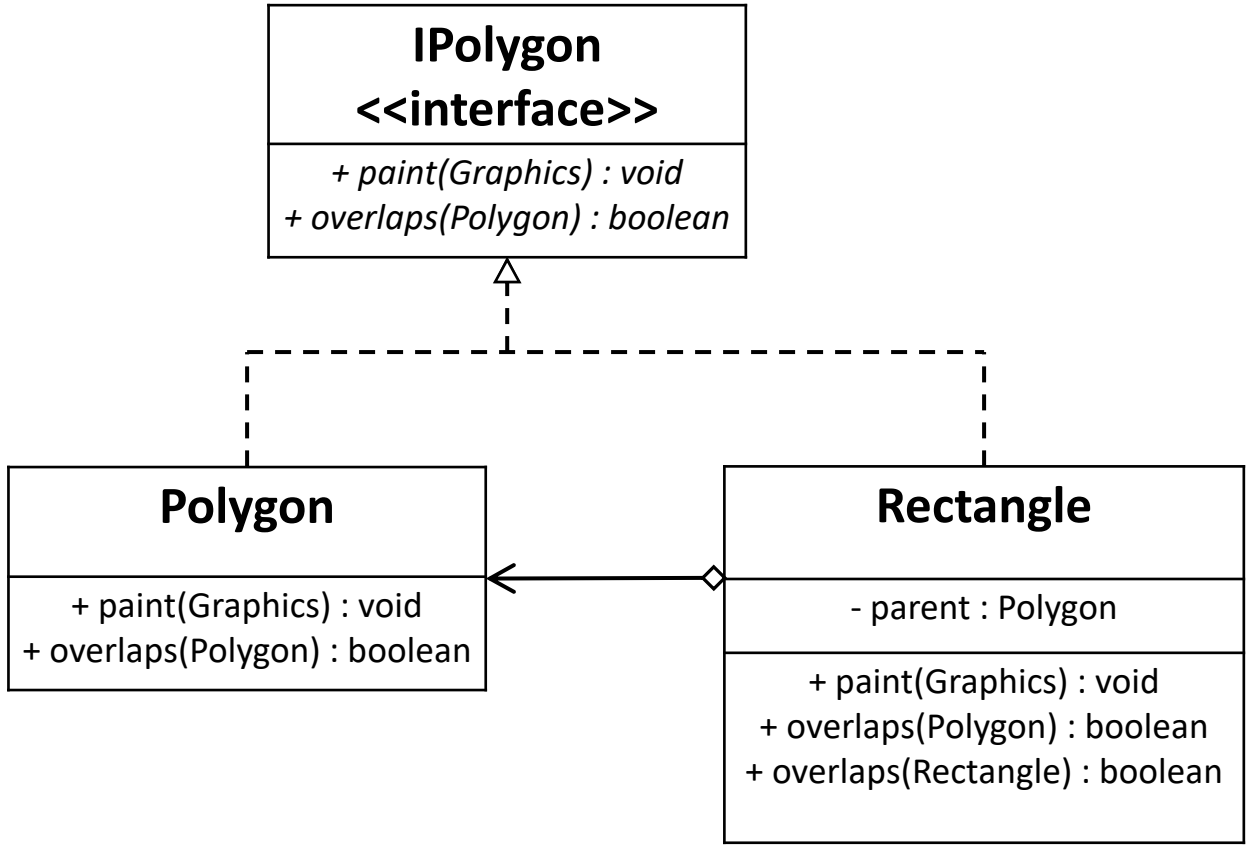
Polymorfism reclaimed

- Polymorfism kan åstadkommas med hjälp av ett interface istället:



Code reuse reclaimed

- Code reuse kan åstadkommas med hjälp av delegering istället:




```
class Rectangle {

  private Polygon parent = …

  public boolean
    overlaps(Polygon other) {
    parent.overlaps(other);
  }

}
```

”Ärvd” metod via delegering

Live code

- …

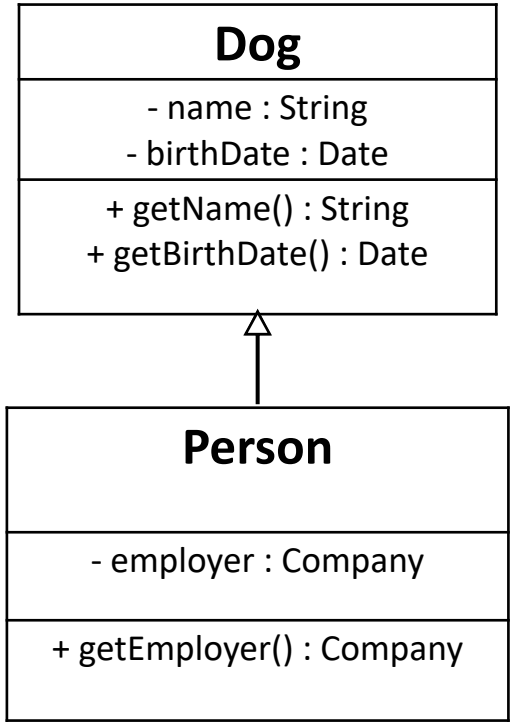
Motivation

- Antag att vi
  - har behov av att utnyttja polymorfism
  - har behov av att återanvända kod

- Är det då fritt fram att använda implementation inheritance?

- Ledande fråga: Svaret är nej, det är inte riktigt så enkelt.

En person är en hund



- Vi (antar att vi) har behov av polymorfism (e.g. en lista som innehåller både hundar och personer).
- Vi har återanvändning av kod.

- Så vad är problemet??

Konceptuell ”Is-A”

- Även om lösningen rent *tekniskt* åstadkommer det vi behöver, så är det inte en *konceptuellt* bra lösning. En person är inte en hund.

- Kod baserat på antagandet att en person är en hund kommer vara mycket förvirrande.
  - Vi tappar simplicity, readability, maintainability.

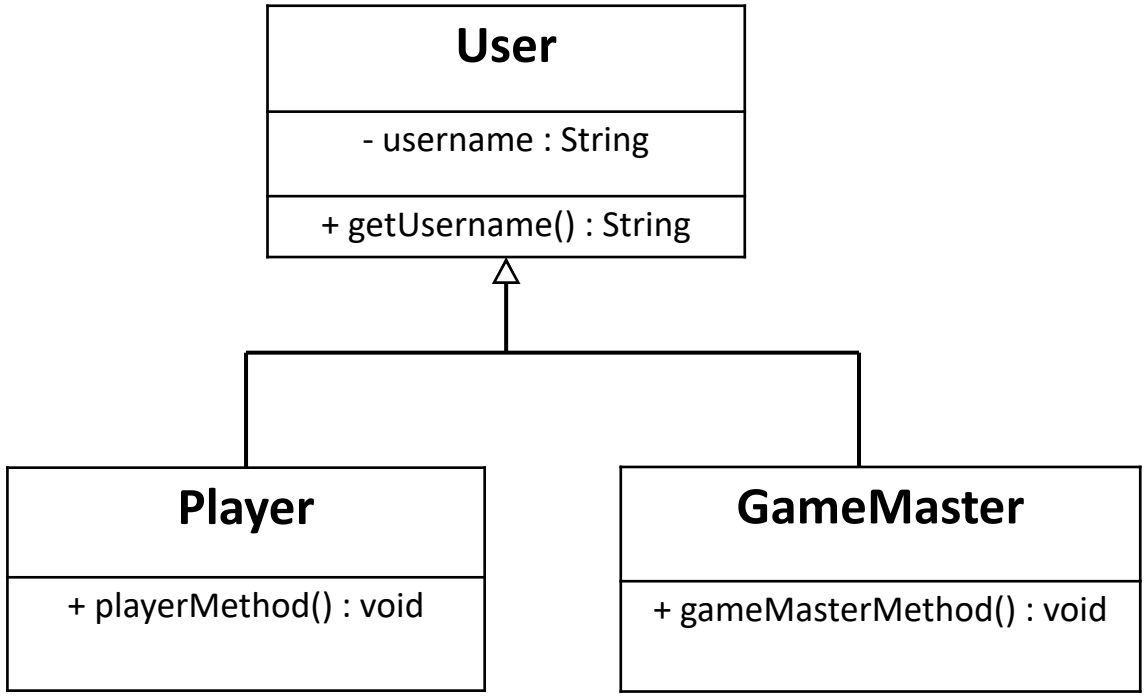
- Slutsats: Använd aldrig implementation inheritance om det inte föreligger ett faktiskt, konceptuellt ”delmängds”-förhållande mellan sub- och superclass.

Motivation – andra försöket

- Antag att vi
  - har behov av att utnyttja polymorfism
  - har behov av att återanvända kod
  - har ett konceptuellt ”Is-a”-förhållande

- Är det fritt fram att använda implementation inheritance nu då?
  - Svar: Nej…

Roller i ett rollspel



- Vi har behov av polymorfism (e.g. en lista av alla användare oavsett typ).
- Vi har kod vi vill återanvända.
- Både spelare och spelledare är konceptuellt användare.

- Så vad är problemet??

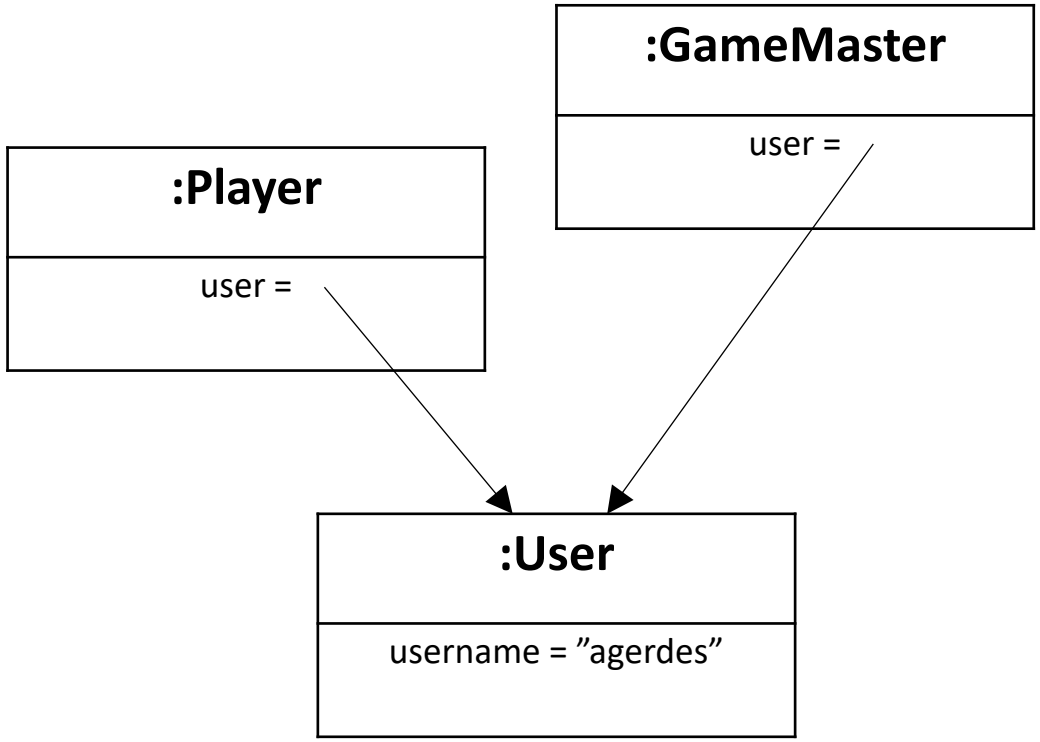
Stabil ”Is-A” med unika positioner

- En användare kan i vissa sammanhang vara en spelare, i andra sammanhang en spelledare. Hur representerar vi detta?
- Om vi använder ett `Player`-objekt för att representera användaren i rollen som spelare, och ett `GameMaster`-objekt för att representera användaren i rollen som spelledare, då kommer dessa två objekt att båda ärva all data (e.g. `username`) från `User`. Denna data dupliceras över två separata objekt. Ändras datan måste den uppdateras på båda ställena för att inte få inkonsekvens – problem!

Delegering för roller

- Vid delegering kan *samma* User-objekt återanvändas för båda rollerna, vilket undviker problemet.

- Slutsats: Använd inte implementation inheritance för att representera *roller* som objekt kan ha – använd alltid delegering i sådana fall.
  - I en korrekt subclass-hierarki återfinns varje objekt på ett enda ställe, och ändras inte.

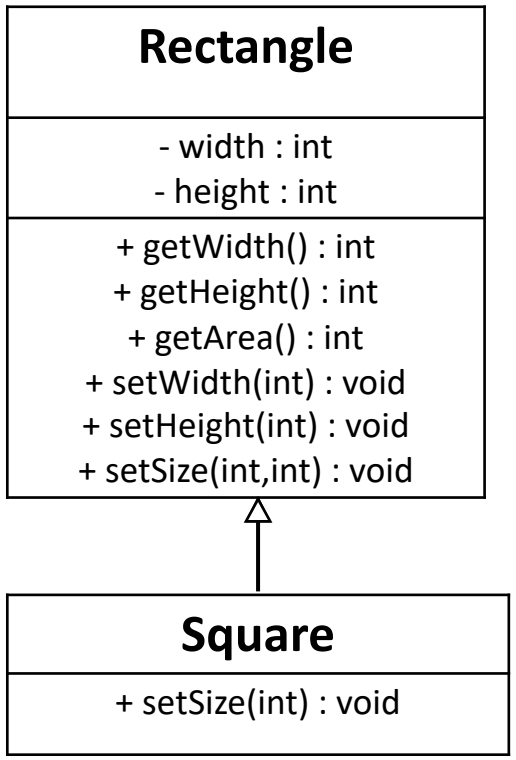


Motivation – tredje försöket

- Antag att vi
  - har behov av att utnyttja polymorfism
  - har behov av att återanvända kod
  - har ett konceptuellt och stabilt ”Is-a”-förhållande med unika positioner

- Är det fritt fram att använda implementation inheritance nu då?
  - Svar: Nej…

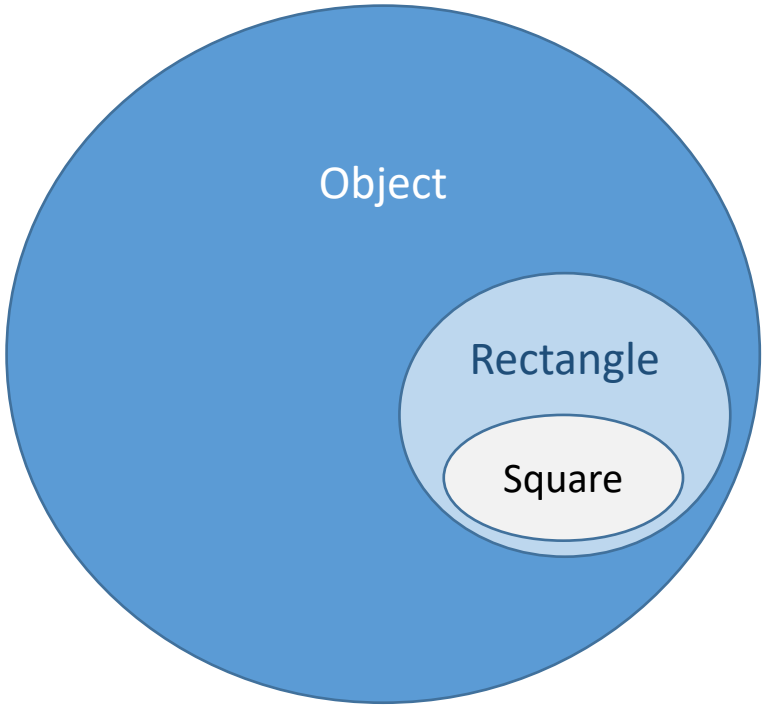
Squaring off



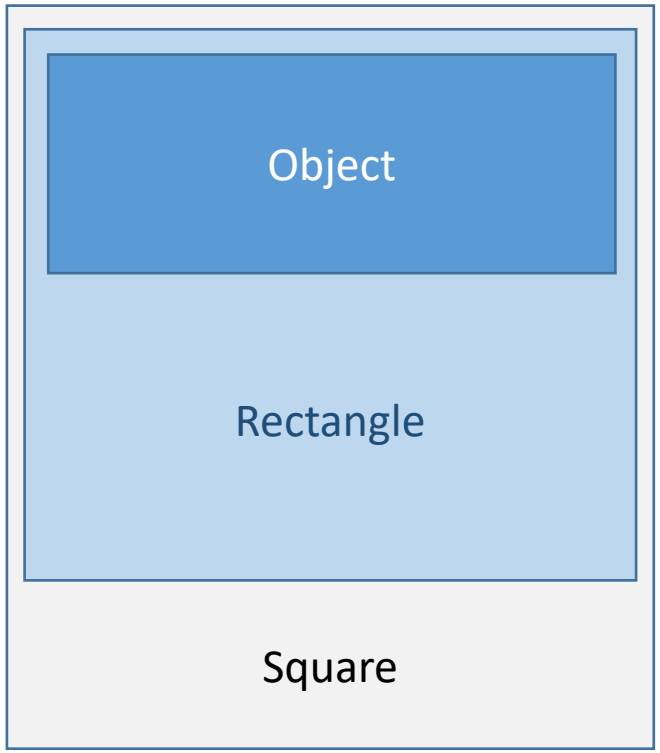
- Vi har behov av polymorfism.
- Vi har kod vi vill återanvända.
- En kvadrat är konceptuellt sett en rektangel, och kommer alltid att vara det (stabilt förhållande).

- Så vad är problemet??

Två perspektiv på subklasser



Fokus på delmängder: Vad ett objekt *är*.



Fokus på beteende: Vad ett objekt *kan*.

Delmängder av många anledningar, subklasser endast av en

- En delmängd kan uttryckas som en property:
  - Om $B \subseteq A$, då har vi $B = \{ x \mid x \in A, P(x) \}$ för något P.
  - Av alla objekt i A är det bara de som uppfyller P som är i B.

- Sådana properties kan komma i otaliga former – endast *en* form av property lämpar sig för subklassning: när P(x) indikerar att elementen i B *kan* något som elementen i A *inte* kan.
  - Elementen i B har *utökat* beteende jämfört med elementen i A.

Dåliga anledningar

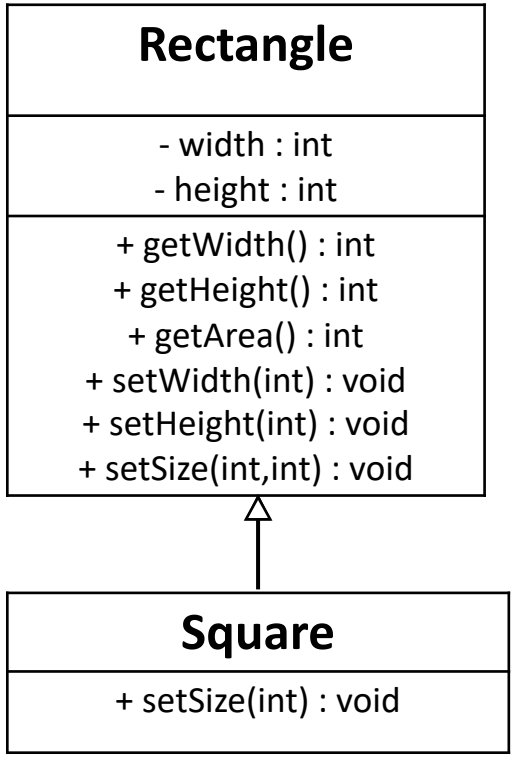
- Några exempel på konceptuella ”Is-a”-relationer som inte lämpar sig för subclassing:
  - P(x) indikerar att x har *begränsat* beteende, i.e. *inte* kan något som övriga kan.
    - E.g. en åskådare i ett dataspel är en spelare som inte kan agera.
  - P(x) indikerar en extern begränsning.
    - E.g. en kvadrat är en rektangel som måste ha lika långa sidor.
  - P(x) indikerar ett temporärt tillstånd.
    - E.g. en *öppen* fil är en fil med *temporärt* utökat beteende, e.g. läsa från och skriva till.
    - Mer om hur vi hanterar tillstånd (state) i block 6-1.

Motivation – fjärde försöket

- Antag att vi
  - har behov av att utnyttja polymorfism
  - har behov av att återanvända kod
  - har ett konceptuellt och stabilt ”Is-a”-förhållande med unika positioner
  - har ett *publikt gränssnitt* för subklassen som är en *utökning* av superklassens

- Är det fritt fram att använda implementation inheritance nu då?
  - Svar: Fortfarande nej…

Forcerat gränssnitt




```
class Square extends Rectangle {

  @Override
  public void setSize(int w, int h) {
    this.setSize(w);
  }

  // …

}
```

Live code

- …

Liskov Substitution Principle

> 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 behavior of P is unchanged when o1 is substituted for o2, then S is a subtype of T.
> (Barbara Liskov)

- S är en *äkta* subtyp till T endast om, för varje publik metod som finns i både S och T:
  - S's metod godtar alla värden som T's metod godtar
  - S gör alla beräkningar på denna indata som T gör (och kanske fler).

Motivation – femte försöket

- Antag att vi
  - har behov av att utnyttja polymorfism
  - har behov av att återanvända kod
  - har ett konceptuellt och stabilt ”Is-a”-förhållande med unika positioner
  - har ett publikt gränssnitt för subklassen som är en utökning av superklassens
  - har ett publikt *beteende* för subklassen som är en utökning av superklassens

- Är det fritt fram att använda implementation inheritance nu då?
  - Svar: Ja, men…

Slutsatser

- För att implementation inheritance alls ska vara lämpligt:
  - Ett konceptuellt ”Is-a”-förhållande måste föreligga.
    - Om inte – använd ett gemensamt interface och/eller delegering.
  - Vi måste ha (möjligen framtida) behov av polymorfism.
    - Om inte – använd enkel delegering.
  - Vi måste ha behov av att återanvända kod.
    - Om inte – använd interfaces.
  - Subklassens publika gränssnitt ska inkludera superklassens.
    - Om inte – bryt ut det gemensamma gränssnittet till ett interface som båda implementerar.
  - Subklassen ska lägga till extra beteenden och beräkningar, inte ändra redan befintliga.
    - Om inte – hitta minsta gemensamma nämnare i beteende och gör denna antingen till (abstrakt) superklass för båda, eller en (privat) klass som båda delegerar till.

Med det sagt…

- Nu är det fritt fram att använda implementation inheritance!
  - … men fortfarande inte nödvändigt, eller ens rekommenderat.

- Fundera alltid ett varv extra om det är motiverat – att använda interfaces och/eller delegering istället är alltid:
  - mer flexibelt – du kan bilda explicita relationer mellan objekten som inte begränsas av subclass-superclass.
  - mer precist – du kan välja exakt de delar som behövs för code reuse och/eller polymorfism.
  - … men mer verbost – *kan* göra koden mer svårläslig.

- Glöm inte att du bara har *en* möjlighet till att välja superclass (single inheritance), men kan implementera obegränsat antal interfaces.

Live code

- …

Starkt beroende

- Implementation inheritance innebär ett starkt beroende på superklassen. Starka beroenden är dåliga för våra mål: extensibility, reusability, maintainability.

- Mycket mer om beroenden fr o m block 4-2.

Favor composition over inheritance.

What’s next

Block 3-1:
Subtyping, co- och contra-variance