Szoftvertechnológia

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Dr. Szendrei Rudolf
ELTE Informatikai Kar
2020.

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

A tervezés

- Az objektumorientált tervezés során öt alapelvet célszerű követnünk (*SOLID*):
  - *Single responsibility principle* (SRP)
  - *Open/closed principle* (OCP)
  - *Liskov substitution principle* (LSP)
  - *Interface segregation principle* (ISP)
  - *Dependency inversion principle* (DIP)
- A tervezés során mintákra hagyatkozunk, a szoftver teljes architektúráját definiáló mintákat nevezzük architektúrális mintáknak (*architectural pattern*), az architektúra alkalmazásának módját, az egyes komponensek összekapcsolását segítik elő a tervminták (*design pattern*)

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Single responsibility principle

- A *Single responsibility principle (SRP)* kimondja, hogy egy programegység (komponens, osztály, metódus) csak egy felelősséggel rendelkezhet
- a felelősség az a tárgykör, ami változtatás alapegységeként szolgálhat („*reason for a change*”)
  - műveletek és adatok egy halmaza, amelyet ugyanannak az üzleti szerepkörnek (business role) a része, és egy követelmény teljesítését biztosítják
- azonosítanunk kell a szereplőket, majd a követelményeiket, végül a tárgyköröket összefüggéseik szerint (milyen tényezők változtathatóak egymástól függetlenül), ennek megfelelően alakítjuk ki a felelősségek

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Single responsibility principle

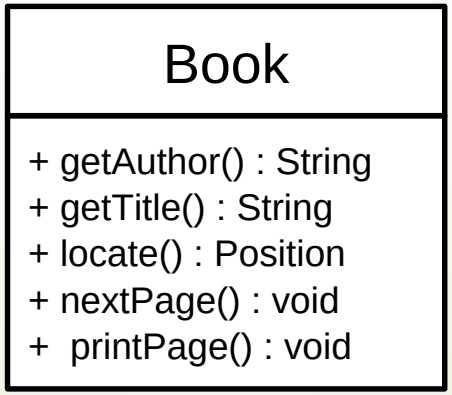
- számos, jól megkülönböztethető felelősségi kör található az alkalmazásokban:
  - perzisztencia, üzleti logika, vizualizáció, felhasználói interakció
  - adatformázás, konverzió, validáció
  - hibakezelés, eseménynaplózás
  - típuskiválasztás, példányosítás
- elősegíti a programegységek közötti laza csatolást, viszont túlzott használata feltöredezheti a programszerkezetet
- célszerű csak azokat a változásokat figyelembe venni, amik várhatóak bekövetkezhetnek

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Single responsibility principle

Példa: Modellezzünk egy könyvtári könyvet (**`Book`**), amelynek van

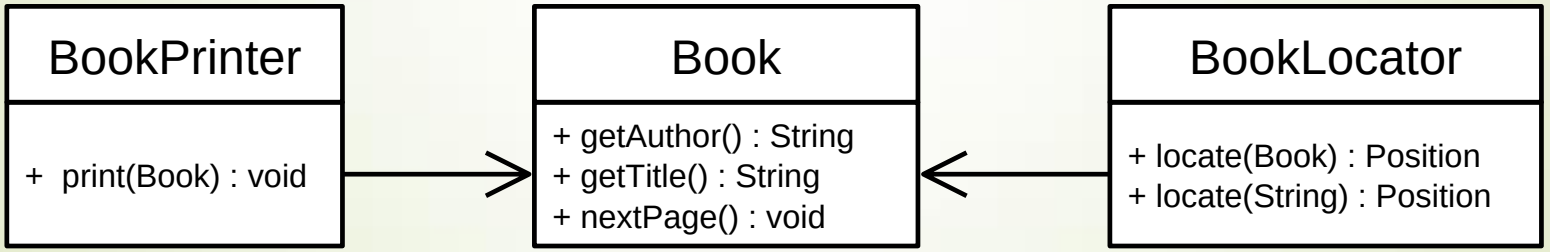
- szerzője (**`author`**),
- címe (**`title`**),
- meg lehet keresni a helyét a könyvtárban (**`locate`**),
- lehet lapozni (**`nextPage`**),
- és kiíratni (**`printPage`**)



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Single responsibility principle

- a könyv elérhető két szerepkörben, az olvasó és a könyvtáros számára is
- a kiíratás csak a olvasóra tartozik, és számos módja lehet, ezért célszerű a leválasztása
- a keresés csak a könyvtárosra tartozik, a kölcsönzőre nem, ugyanakkor szintén több módon is elvégezhető, ezért célszerű a leválasztása



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

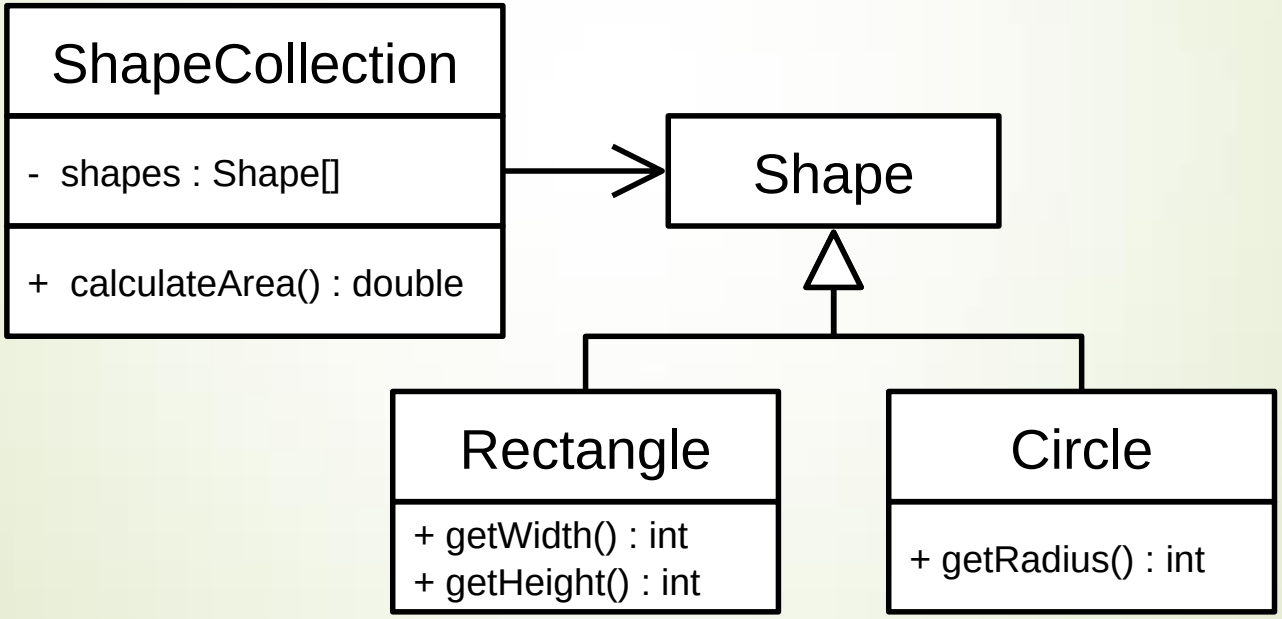
Open/closed principle

- *Open/closed principle* (OCP) kimondja, hogy a programegységek nyitottak a kiterjesztésre, de zártak a módosításra
  - a programszerkezetet úgy kell megvalósítanunk, hogy új funkcionalitás bevezetése ne a jelenlegi programegységek átírását igényelje, sokkal inkább újabb programegységek hozzáadását
  - a kiterjesztést általában öröklődés segítségével valósítjuk meg
- A SRP és az OCP kiegészítik egymást, mivel az új funkcionalitás egy új felelősség bevezetését jelenti, így általában egyszerre szegjük meg a két elvet

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Open/closed principle

Példa: Modellezzünk geometriai alakzatokat (**`Shape`**), speciálisan téglalapot (**`Rectangle`**) és kört (**`Circle`**). Az alakzatokat csoportosítsuk gyűjteménybe (**`ShapeCollection`**), és tegyük lehetővé az összterület kiszámítását (**`calculateArea`**).



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

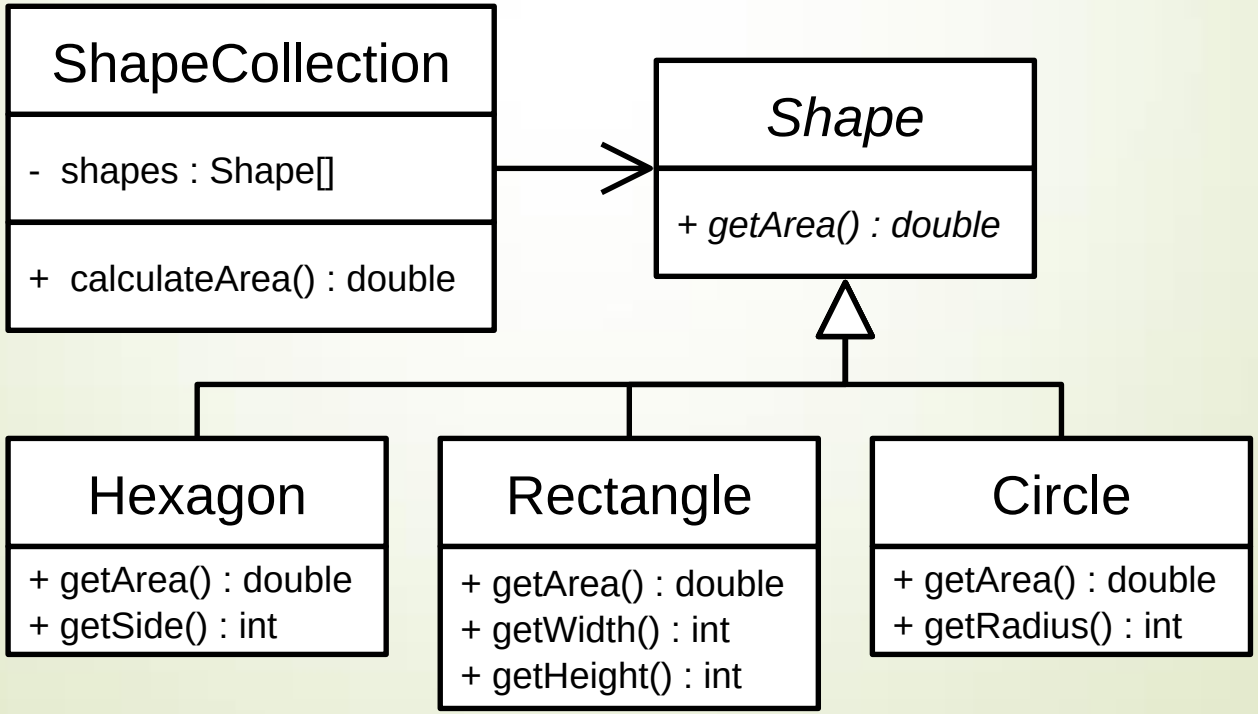
Open/closed principle

```
double calculateArea(){
    double area = 0;
    for (Shape shape : shapes) {
        if (shape instanceof Rectangle) {
            Rectangle r =  (Rectangle)shape;
            area += r.width() * r.height();
        }
        if (shape instanceof Circle) {
            Circle c = (Circle)shape;
            area += Math.pow(c.radius(), 2) * Math.PI;
        }
    }
    return area;
}
```

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Open/closed principle

- egy új alakzat (pl. hatszög) hozzáadása esetén módosítanunk kell a metódust, új ágat bevezetve
- ha minden alakzat ki tudja számítani a saját területét (area), akkor az új alakzattal egy új terület képletet lehetne megadni, és nem kellene módosítani a területszámítást



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Open/closed principle

```
double calculateArea() {
    double area = 0;
    for (Shape shape : shapes) {
        area += shape.getArea();
    }
    return area;
}
...
class Hexagon implements Shape{
...
    public double getArea() {
        return ...;
    }
}
```

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Liskov substitution principle

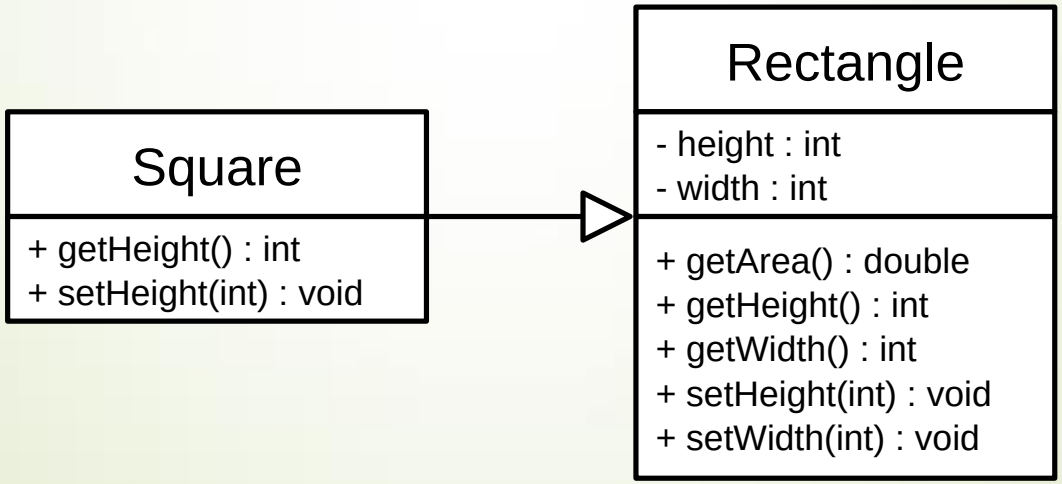
- A *Liskov substitution principle* (LSP) értelmében bármely típus (osztály) példánya helyettesíthető altípusának egy példányával úgy, hogy közben a program tulajdonságai (funkcionális és nem funkcionális követelményei) nem változnak
  - megszorításokat tesz a szignatúrára
    - elvárja a paraméterek kontravarianciáját, a visszatérési értékek kovarianciáját
    - tiltja a kivételek típusának bővítését
  - megszorításokat tesz a viselkedésre
    - elvárja az invariánsok megtartását
    - tiltja az előfeltételek erősítését, az utófeltételek gyengítését

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Liskov substitution principle

Példa: Modellezzünk téglalap (Rectangle) és négyzet (Square) alakzatokat, ahol a négyzet egy speciális esete a téglalapnak.

- mindkettőnek megadhatjuk a szélességét/magasságát, és lekérdezhetjük a területét
- a négyzet esetén a magasságot egyenlővé tesszük a szélességgel



Liskov substitution principle

```
class Rectangle { // téglalap
...
    public int getHeight() { return height; }
    public int setHeight(int h) { height = h; }
    public int getArea() { return getWidth() *
                                  getHeight(); }
}
...
class Square extends Rectangle { // négyzet
    public int getHeight() { return getWidth(); }
    public int setHeight(int h) { setWidth(h); }
}
```

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

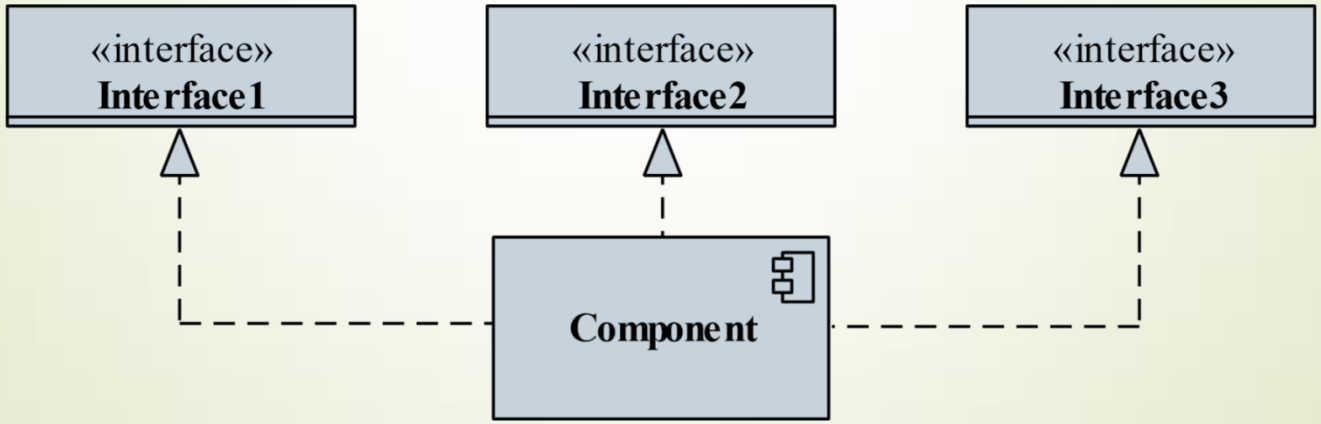
Liskov substitution principle

```
Rectangle rec = new Rectangle();
rec.setWidth(4);
rec.setHeight(6);
System.out.println(rec.GetArea()); // 24
    // elvárt viselkedés
rec = new Square();
rec.setWidth(4);
rec.setHeight(6);
    // kicseréljük a példányt a leszármazott
    // típusra
System.out.println(rec.GetArea()); // 36
    // nem az elvártnak megfelelően viselkedik
```

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Interface segregation principle

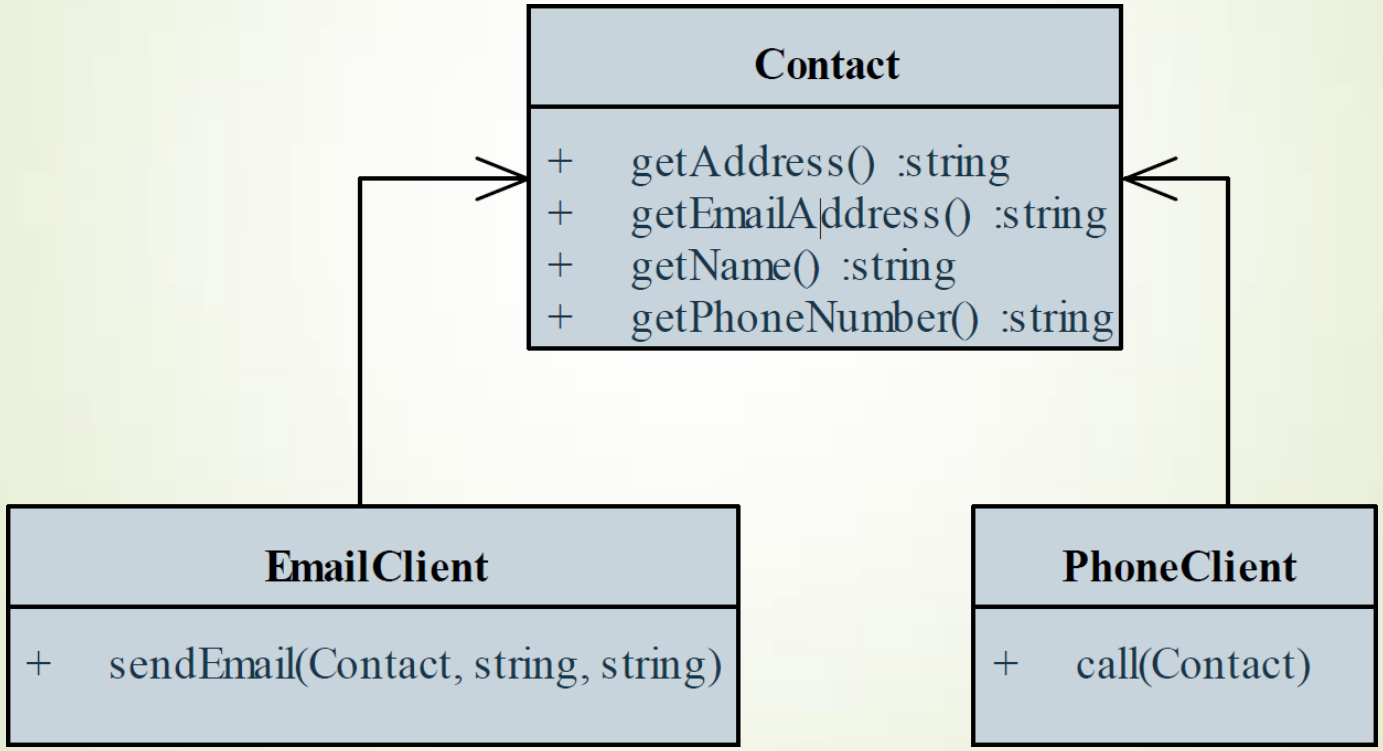
- Az *Interface segregation principle* (ISP) szerint egy kliensnek sem szabad olyan interfésztől függenie, amelynek műveleteit nem használja
  - ezért az összetett interfészeket célszerű több, kliens specifikus interfészre felbontani, így azok csak a szükséges műveleteiket érhetik el
  - a műveletek megvalósításait továbbra is összeköthetjük



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Interface segregation principle

Példa: Modellezzünk egy névjegyet (**`Contact`**), ahol kliensek küldhetnek e-mailt (**`EmailClient`**), illetve hívhatják (**`PhoneClient`**) a címzettet az adatok alapján.

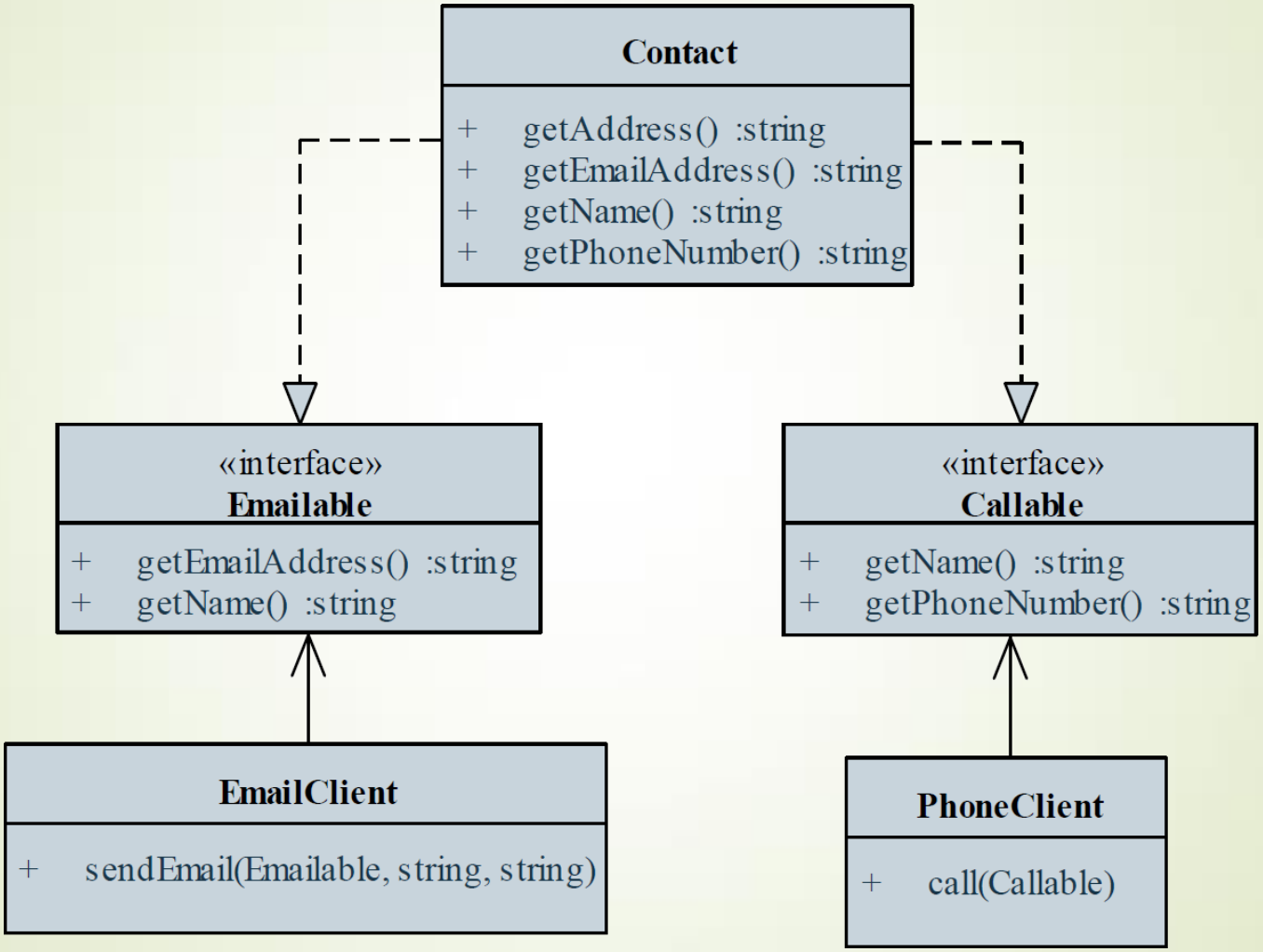


Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Interface segregation principle

- mindkét kliens hozzáfér olyan információkhoz, amelyre nincs szüksége
- ha az email, vagy a telefonszám formátuma módosul, az kihatással lesz mindkét kliensre
- ha bármely kliens hatáskörét kiterjesztenénk további elemekre, akkor annak meg kell valósítania a névjegy minden tulajdonságát
- ezért célszerű kiemelni a két funkcionalitást külön interfészekbe (**`Emailable`**, **`Callable`**), így az egyes a kliensek csak a számukra szükséges funkcionalitást látják, a névjegy pedig megvalósítja az interfészeket

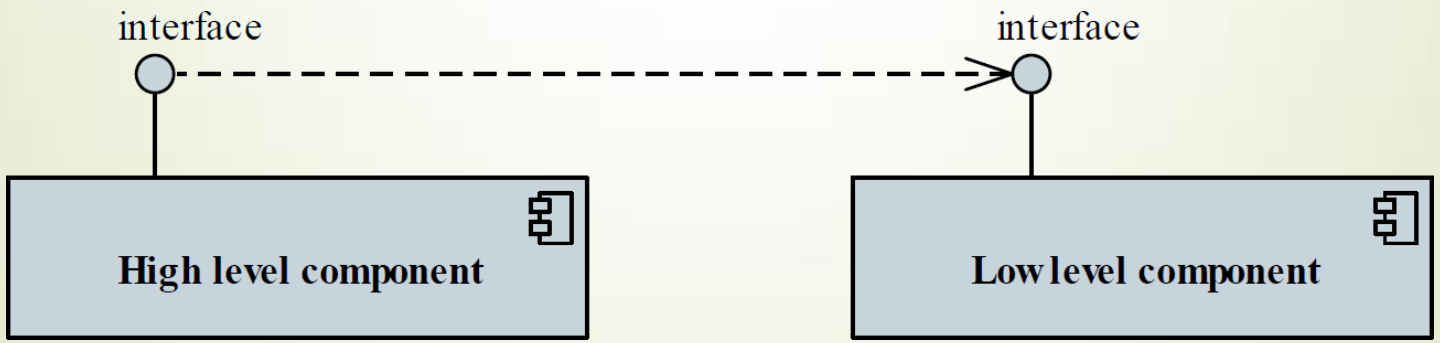
Interface segregation principle



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Dependency inversion principle

- A *Dependency inversion principle* (DIP) a függőségek kezelésével szemben fogalmaz meg elvárást, amelynek értelmében:
- magasabb szintű programegységek nem függhetnek alacsonyabb szintű programegységtől, hanem mindkettőnek az absztrakciótól kell függenie
- az absztrakció nem függhet a részletektől, a részletek függenek az absztrakciótól



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Dependency inversion principle

- A megvalósítása számára a következőket jelenti:
  - az osztály mezői a konkrét osztályok helyett az absztrakció példányát tartalmazzák
  - a konkrét osztályok az absztrakció segítségével lépnek kapcsolatba egymással, a konkrét osztályok szükség esetén átalakíthatóak
  - szigorú esetben konkrét osztályokból nem örökölhetünk, és már megvalósított metódust nem definiálunk felül
  - az osztályok példányosítását egy külső programegység végzi, pl. függőség befecskendezés, gyártó művelet, vagy absztrakt gyártó segítségével

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

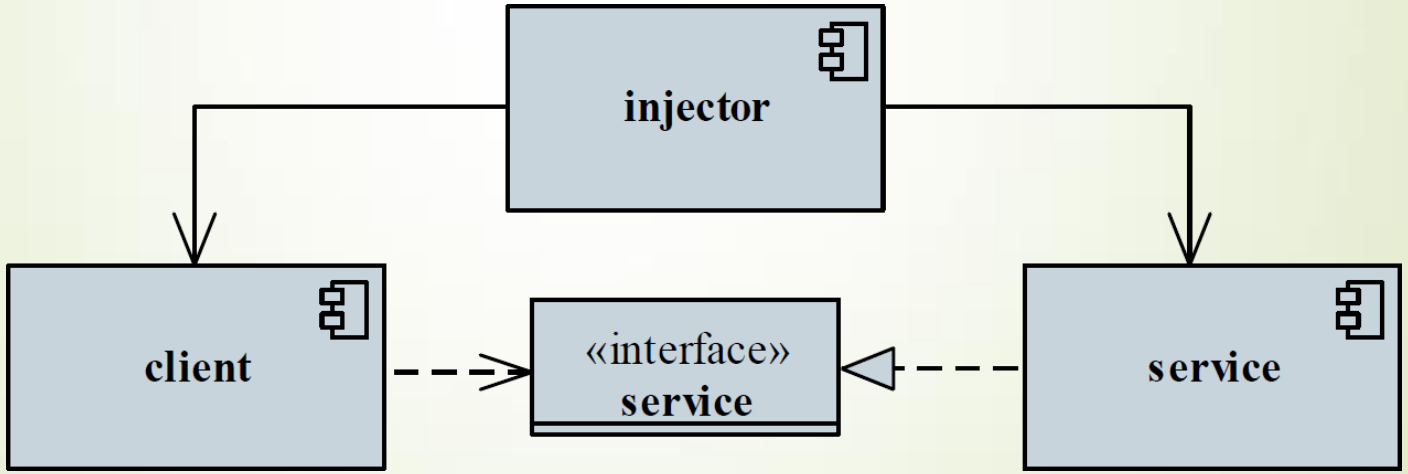
Függőség befecskendezés

- A végrehajtás során egy réteg (*kliens*) által használt réteg (*szolgáltatás*) egy, az adott körülmények függvényében alkalmazható megvalósítása kerül alkalmazásra
  - erről általában nem dönthet sem a kliens, sem a szolgáltatás, mivel ők nem ismerik a körülményeket, ezért egy külső komponensnek kell megadnia a megvalósítást
- A kliens (*client*) számára a megfelelő szolgáltatás (*service*) külső átadásának egy lehetséges módja a *függőség befecskendezés* (*dependecyinjection*, DI)
  - a kliens biztosít egy átadási pontot a szolgáltatás interfésze számára, ahol a végrehajtás során a szolgáltatás megvalósítását adhatjuk át

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Függőség befecskendezés

- az átadási pont függvényében 3 típusa lehet: *konstruktor*, *metódus* (beállító művelet), *interfész* (a kliens megvalósítja a beállító műveletet)
- a befecskendést végző komponens (*injector*) lehet egy felsőbb réteg, vagy a rétegződéstől független környezeti elem



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Függőség befecskendezés

- Pl.:

```
interface Calculator // szolgáltatás interfésze
{
    double compute(double value);
}
...
class LogCalculator implements Calculator
// a szolgáltatás egy megvalósítása
{
    public double compute(double value) {
        return Math.log(value);
    }
}
```

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Függőség befecskendezés

- Pl.:

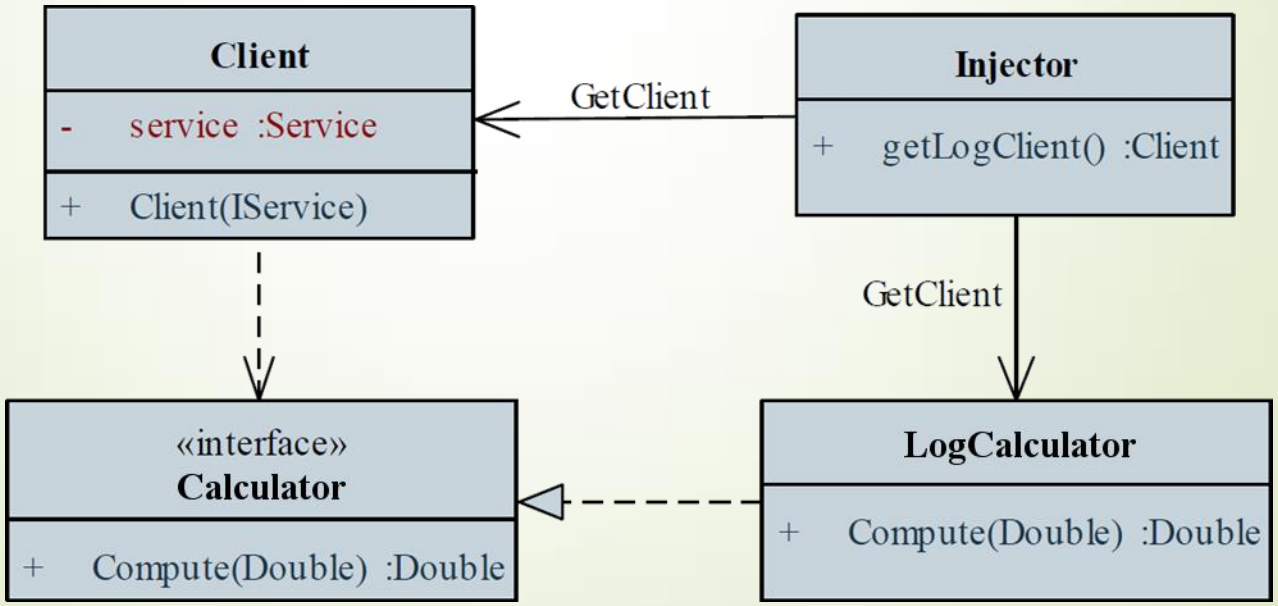
```
class Client { // kliens
    private Calculator calculator; // függőség
    public Client(Calculator s) {
        this.calculator = s;
    } // konstruktor befecskendezés
    public void Execute() {
    ...
    v = calculator.Compute(v); // felhasználás
    ...
    }
}
```

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Függőség befecskendezés

- Pl.:

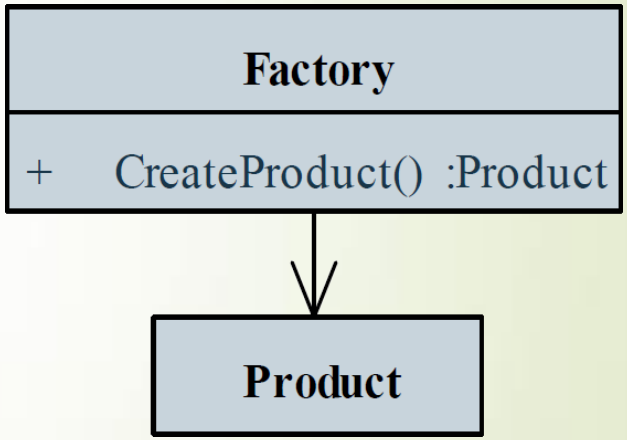
```
class Injector { // befecskendező
    public Client getLogClient() {
        return new Client(new LogService());
    }
}
```



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Gyártó

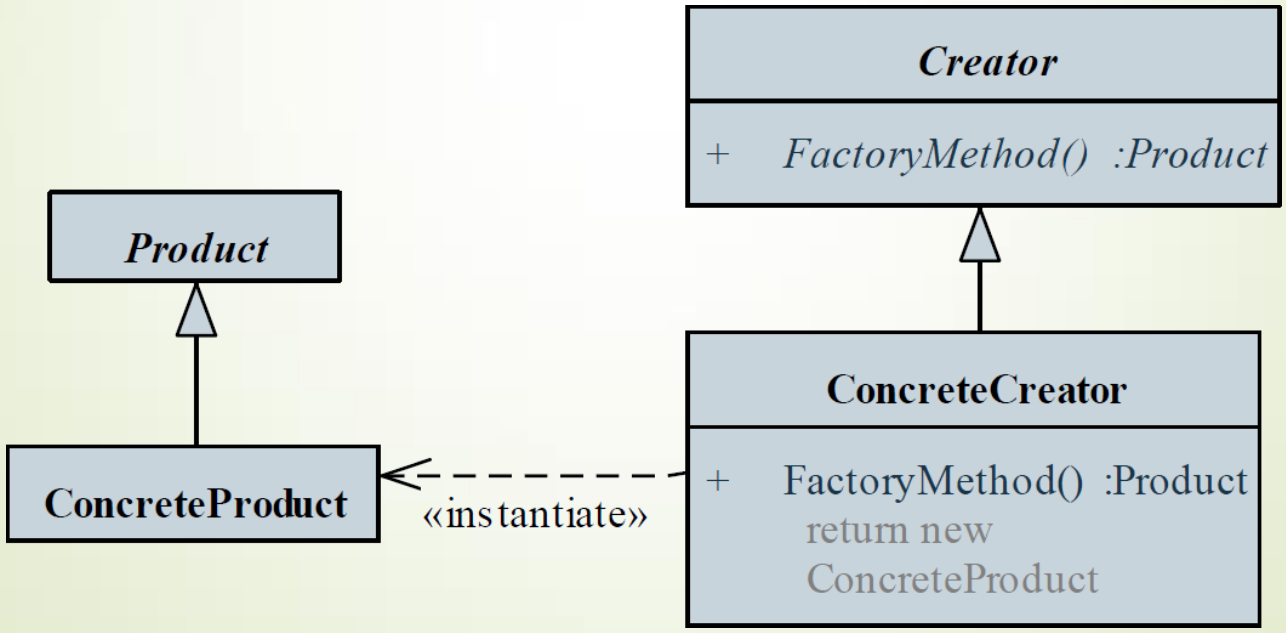
- A *gyártó* (*factory*) egy olyan objektum, amelynek feladata más objektumok előállítása műveletek segítségével
  - lehetőséget ad objektumok példányosításánál:
    - a konkrét példányosítandó típus kiválasztására
    - a példányosítással járó kódismétlés kiküszöbölésére
    - fel nem fedhető környezeti információk használatára
    - a példányosítási lehetőségek bővítésére
  - lehetővé teszi a konkrét legyártott típus cseréjét a gyártó művelet és az absztrakt gyártó segítségével



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Gyártó művelet

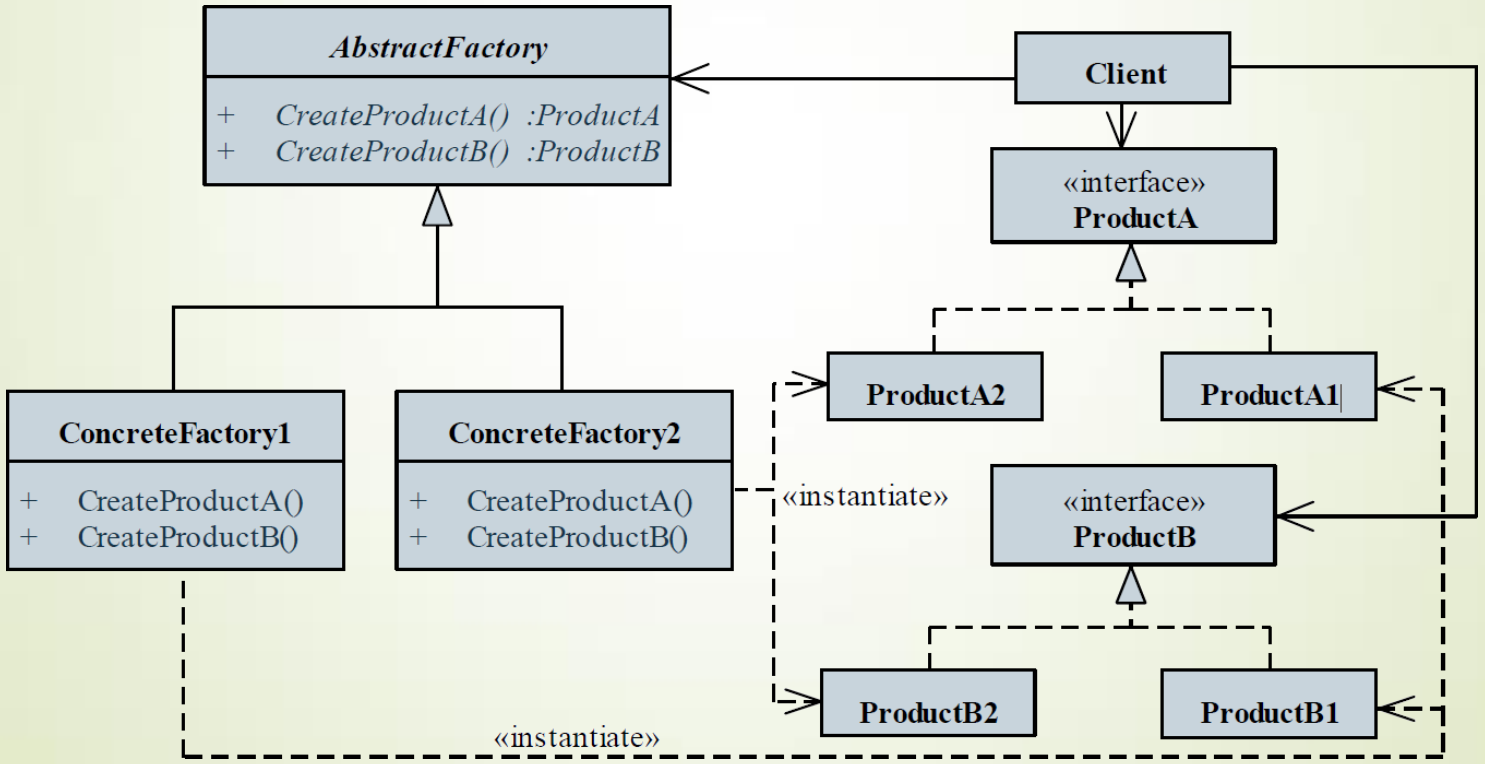
- Amennyiben egy típus konkrét megvalósítását szeretnénk befolyásolni, a *gyártó művelet* (*factorymethod*) tervmintát használhatjuk
  - a gyártó művelet (**`FactoryMethod`**) felüldefiniálásával bármely leszármazott terméket előállíthatjuk



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Absztrakt gyártó

- Amennyiben több, kapcsolatban álló típus konkrét megvalósítását szabályoznánk, az *absztrakt gyártó* (*abstractfactory*) tervmintát használhatjuk



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

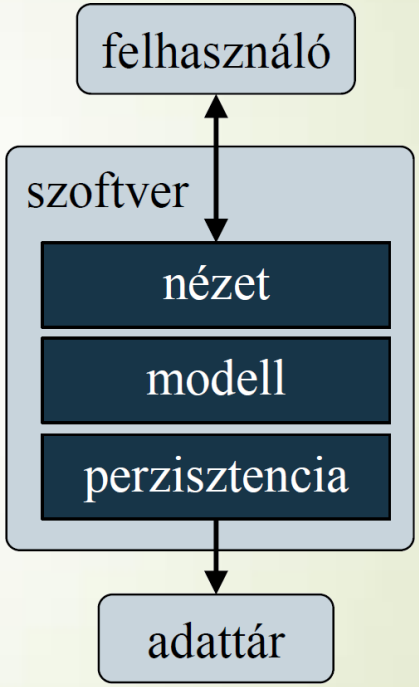
Az alapelvek hatása az architektúrára

- Az alapelveket a tervezés minden szintjén, így az architektúra szintjén is célszerű betartani
  - *Monolítikus architektúra* esetén egyáltalán nem érvényesülnek az alapelvek
  - *Modell-nézet architektúra* esetén is túl nagy a komponensek felelőssége:
    - A *modell* felel az üzleti logikáért (programállapot kezelése, algoritmusok végrehajtása), valamint az adatok hosszú távú tárolásáért (mentés, betöltés)
    - a *nézet* felel az adatok megjelenítéséért, valamint a vezérlésért (felhasználó tevékenység fogadása és feldolgozása)

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Háromrétegű architektúra

- A modell felbontásával jutunk a *háromrétegű* (3-tier) architektúrához, amelyben elkülönül:
  - a *nézet* (*presentation*, *view*, *display*)
  - a *modell* (*logic, business logic*, *application*, *domain*), amely tartalmazza az állapotkezelést, valamint az algoritmusok
  - a *perzisztencia*, vagy *adatelérés* (*data*, *dataaccess*, *persistence*), amely biztosítja a hosszú távú adattárolás (pl. fájl, adatbázis) kezelését



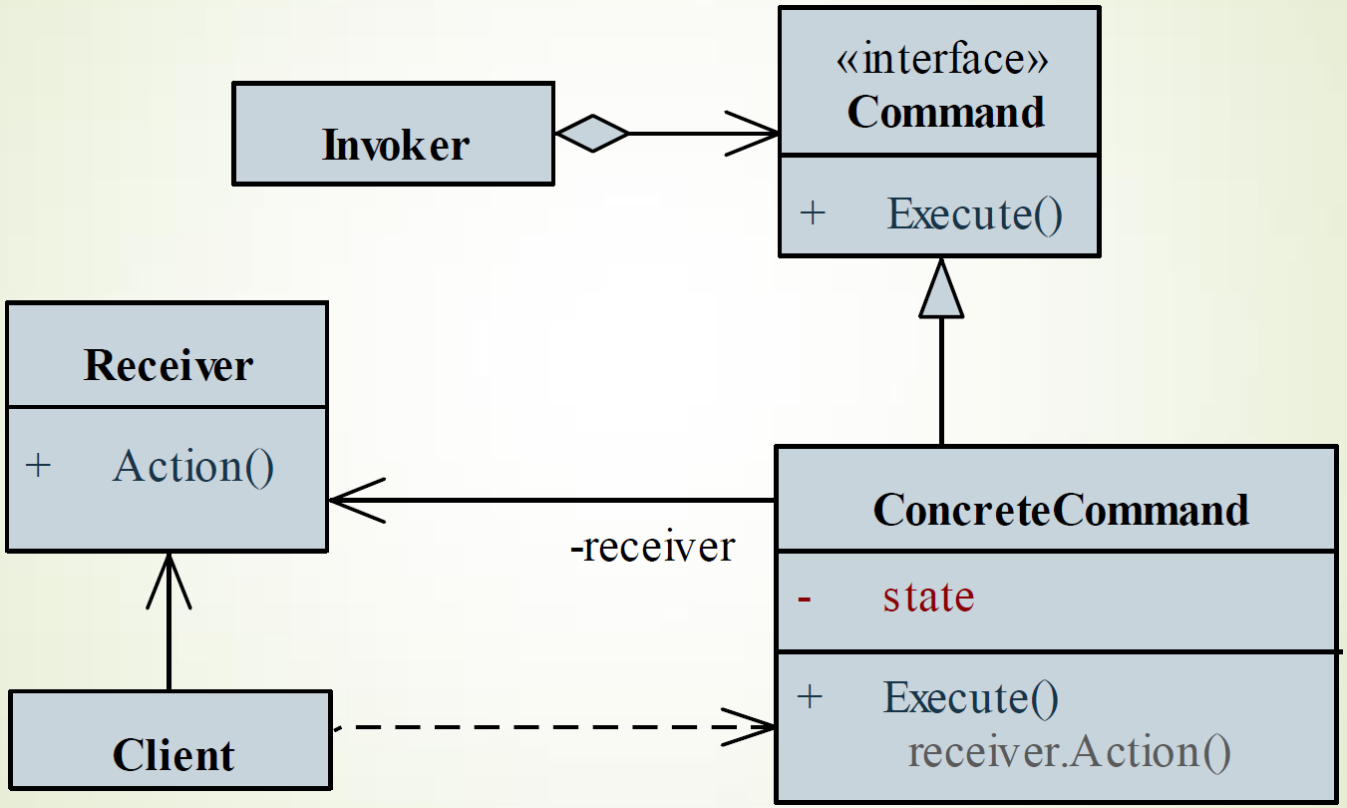
Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Parancs tervminta

- A háromrétegű architektúrában a nézet továbbra is összetett, de a tevékenységek leválaszthatóak, a *parancs* (*command*) tervminta lehetőséget ad egy művelet kiemelésére egy külön objektumba
  - a végrehajtandó tevékenység (**`Action`**) formája, paraméterezése tetszőleges lehet, ezért nem lehet egyazon módon különböző környezetekben kezelni
  - a parancs (**`Command`**) egy egységes formát biztosít egy tevékenység végrehajtására (**`Execute`**), a konkrét parancs (**`ConcreteCommand`**) pedig végrehajtja a tevékenységet
  - a kezdeményező (**`Invoker`**) csupán a parancsot látja, így a tényleges végrehajtás előle rejtett marad

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

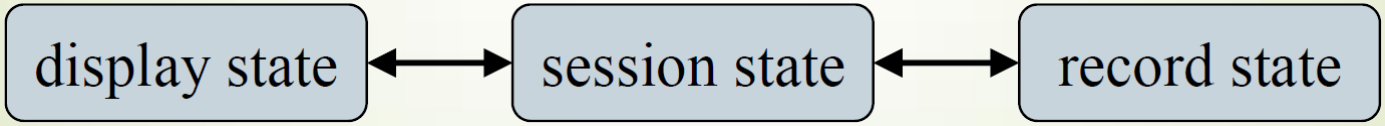
Parancs tervminta



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Adatok állapotai

- A háromrétegű alkalmazásokban az adatok három állapotban jelennek meg
- *megjelenített állapot* (*display state*): a felhasználói felületen megjelenő tartalomként, amelyet a felhasználó módosíthat
- *munkafolyamat állapot* (*session state*): a memóriában, amely mindaddig elérhető, amíg a program és felhasználója aktív
- *rekord állapot* (*record state*): az adat hosszú távon megőrzött állapota az adattárban (perzisztenciában)



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

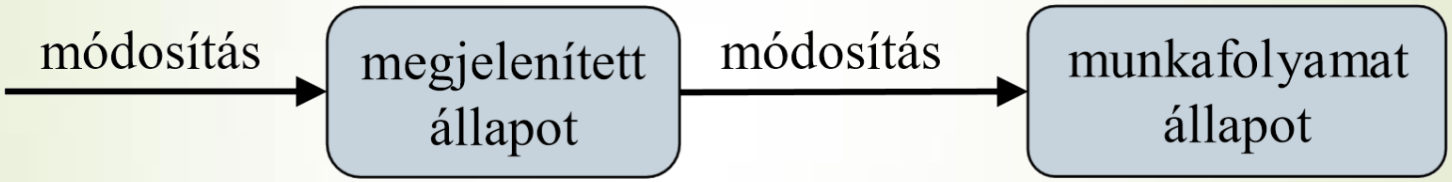
Adatkötés

- Az állapotok között a programnak *transzformáció*kat és *szinkronizáció*t kell végeznie
  - a nézet állapot és a munkafolyamat állapot sokszor megegyezik, a munkafolyamat és a perzisztens állapot (adattárolási forma) sokszor különbözik, ezért külön adatelérést kell biztosítanunk
  - a munkafolyamat és a perzisztens állapot között általában ritkán történik szinkronizáció (pl. program indítása, leállítása)
  - a nézet állapot és a munkafolyamat állapotot rendszerint állandó szinkronban kell tartanunk, ezt lehetőség szerint automatizálnunk kell

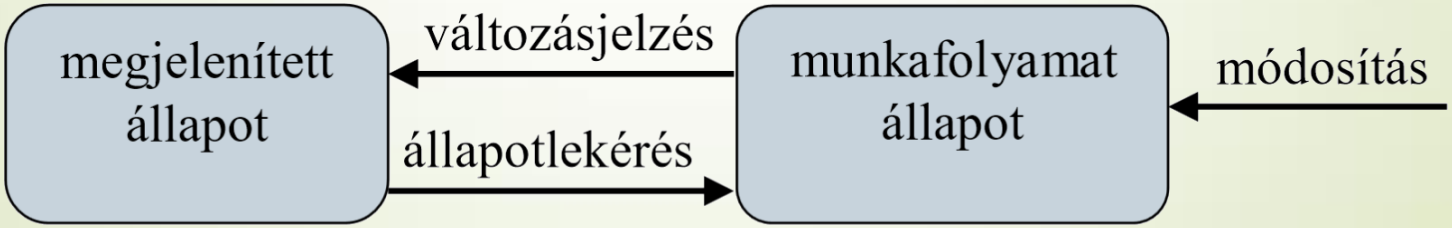
Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Adatkötés

- Az állapotok automatikus szinkronizálását adatkötés (data binding) segítségével érhetjük el, amely két lehetséges módon biztosíthatja a szinkronizációt
- az érték módosítás hatására átíródhat a másik állapotba



- az érték módosítás hatására jelzést adhat a másik állapot frissítésére



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

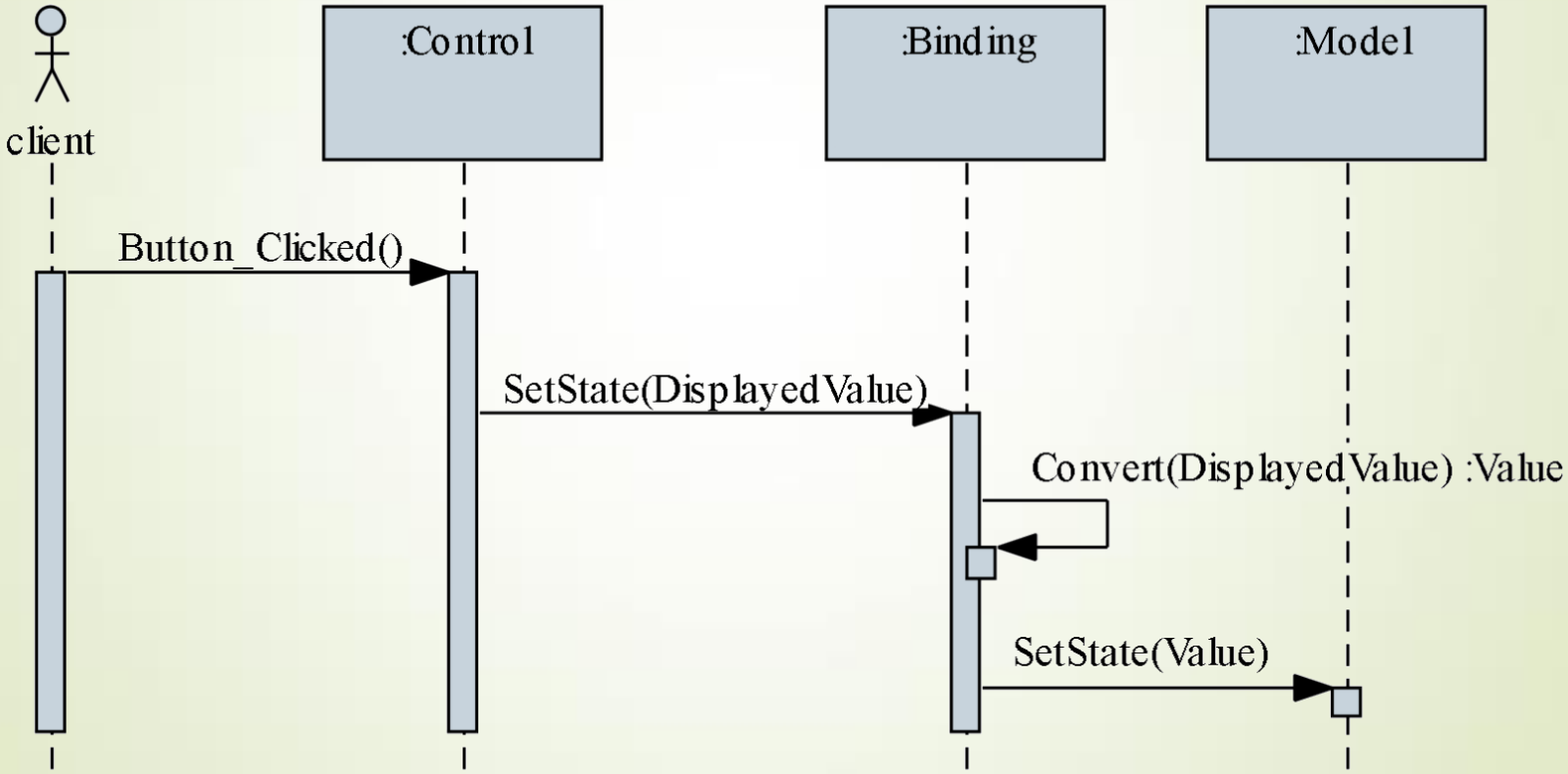
Adatkötés

- Az adatkötésért egy olyan adatkötés objektum (**`Binding`**) felel, amelyet a megjelenített állapot tárolója (nézet) és a munkafolyamat állapot tárolója (modell) közé helyezünk
  - az adatkötés ismeri mind a nézetet mind a modellt, ezért lehívhatja az értékeket (**`GetState`**), és elvégezheti a módosítást (**`SetState`**)
  - elvégezheti az átalakítást (**`Convert`**) a munkafolyamat állapot és a nézet állapot között
  - általában minden szinkronizálandó adathoz külön adatkötés tartozik, többszörös előfordulás esetén akár előfordulásonként is tartozhat adatkötés

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Adatkötés

- a nézet ismerheti az adatkötést, így közvetlenül kezdeményezheti a módosítást az adatkötésen keresztül



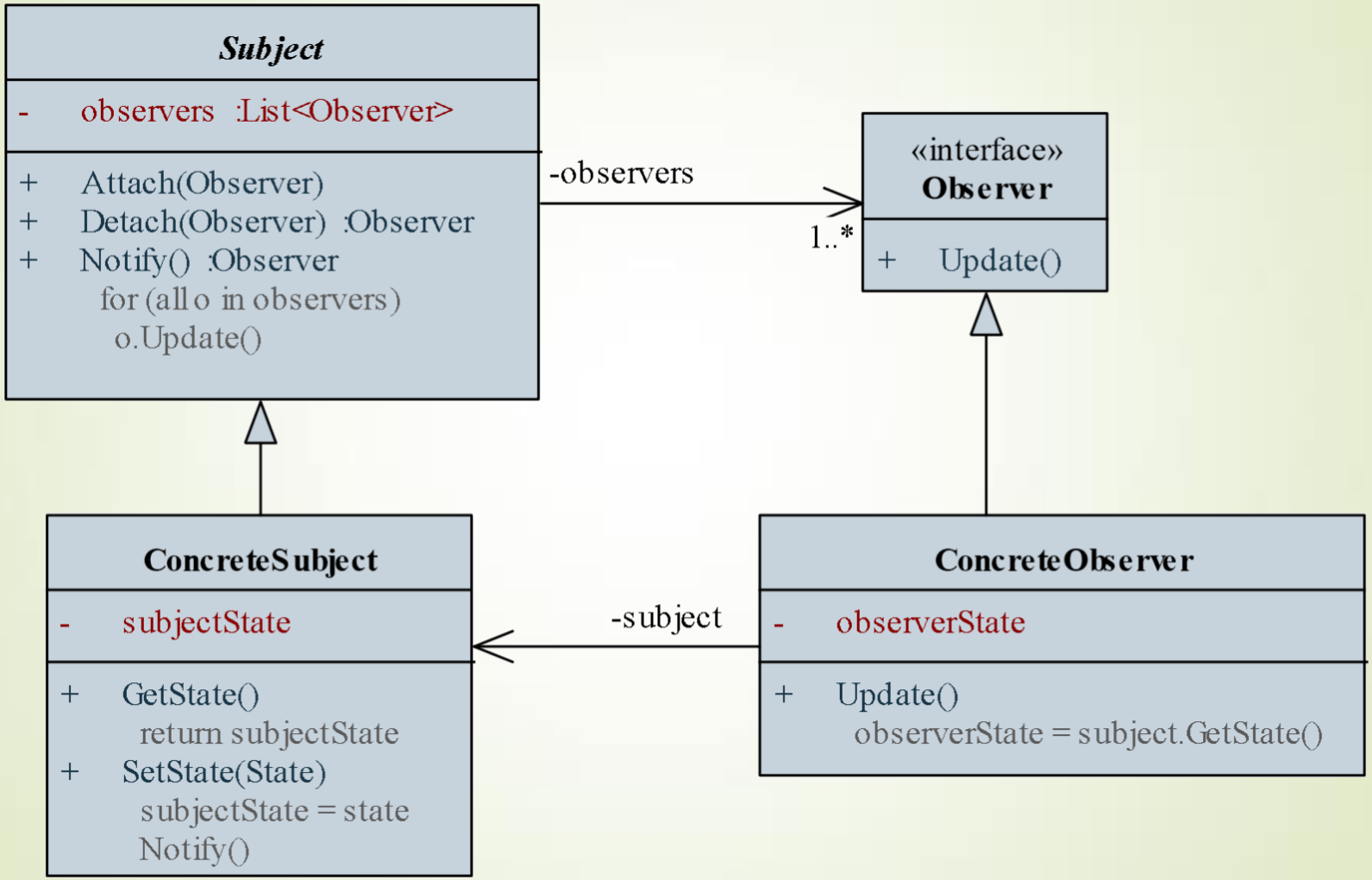
Adatkötés / Figyelő tervminta

- a modell azonban nem ismerheti az adatkötést, sem a vezérlőt, csak jelzést tud adni az állapot változásáról, ennek feldolgozását *figyelő tervminta* segítségével végezzük

- A *figyelő* (*observer*) tervminta célja összefüggőség megadása az objektumok között, hogy egyik állapotváltozása esetén a többiek értesítve lesznek
  - a figyelő (**`Observer`**) ehhez biztosítja a változás jelzésének metódusát (**`Update`**)
  - a megfigyelt objektumok (**`Subject`**) az értékeikben tett változtatásokat jelzik a felügyelőknek (**`Notify`**)
  - egy objektumot több figyelő is nyomon kísérhet

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

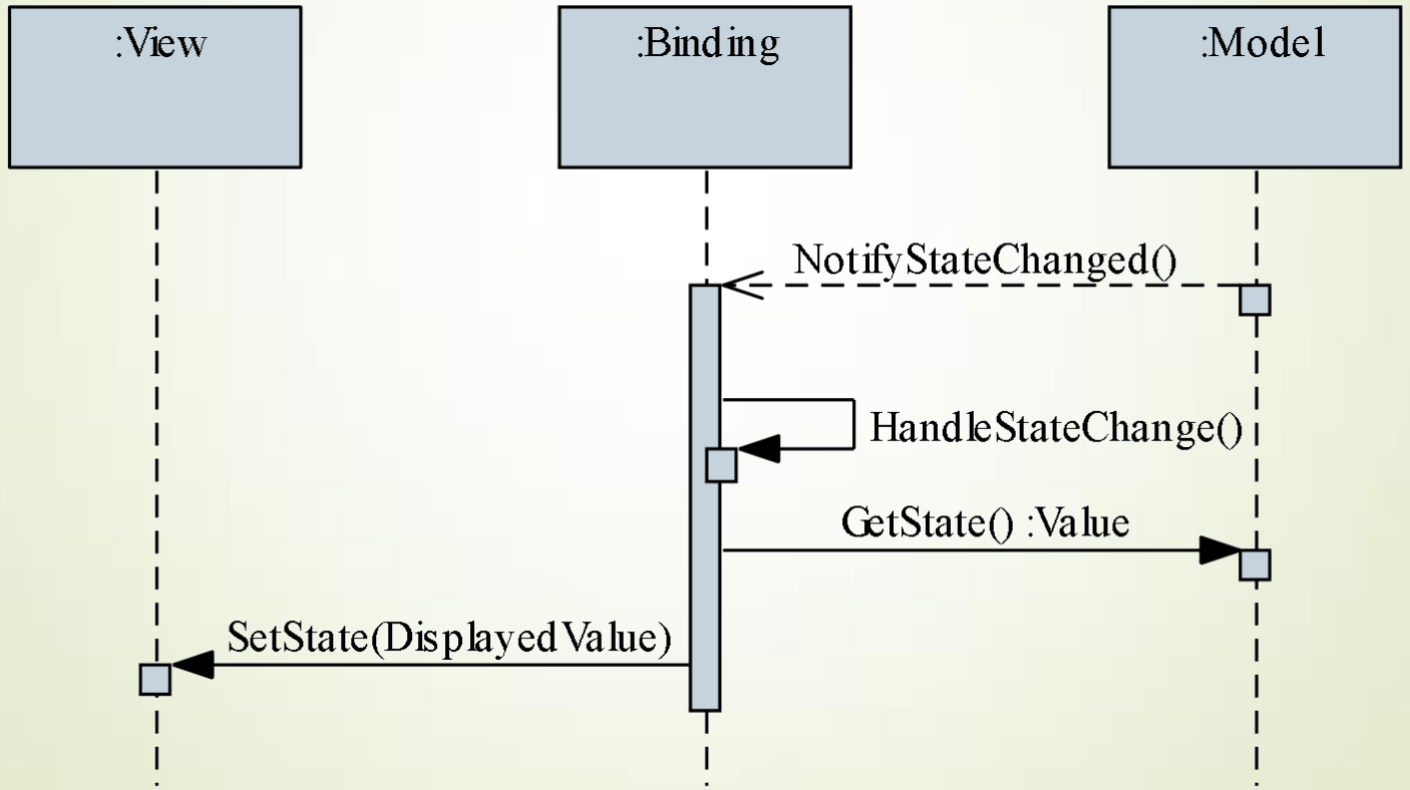
Figyelő tervminta



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Adatkötés megvalósítása

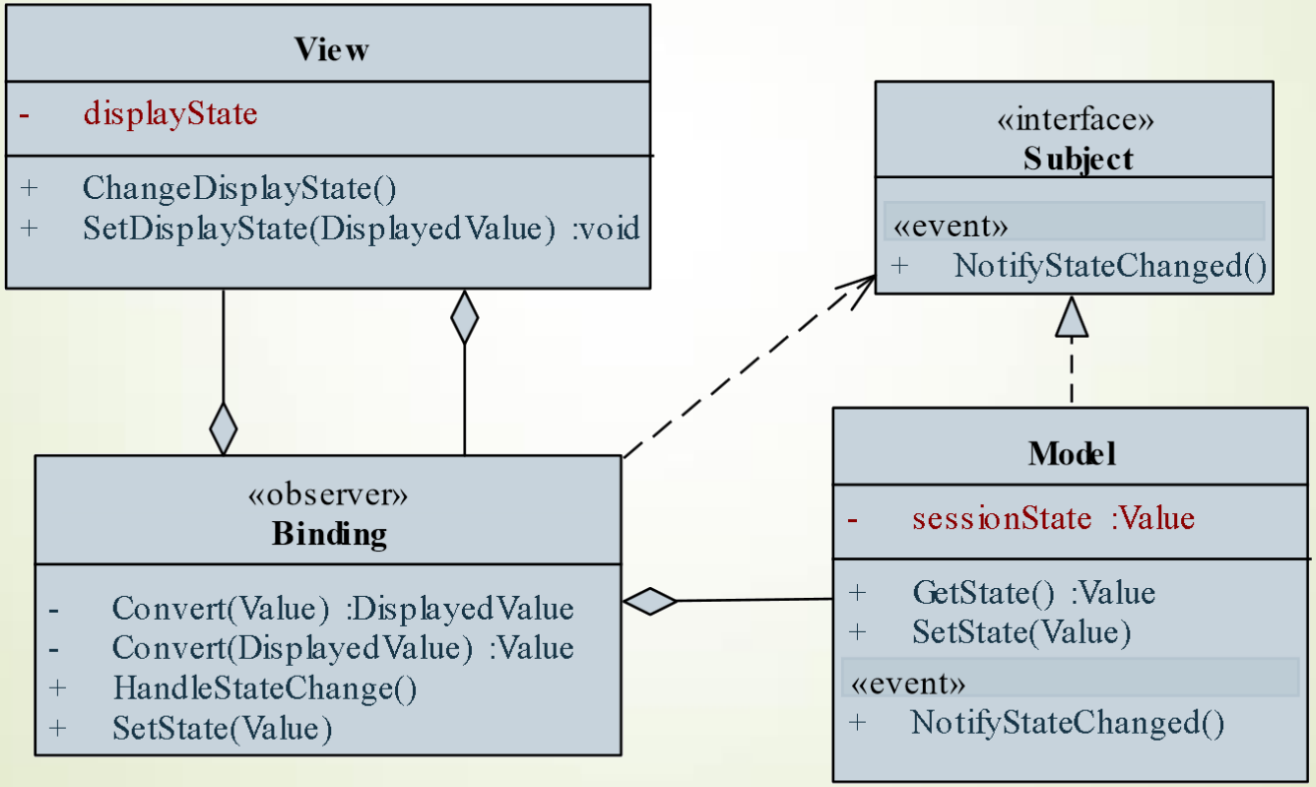
- Az adatkötés megvalósítja a figyelőt, ám mivel közvetlenül nem ismerheti a modell, a változás jelzése esemény formájában történik (**`NotifyStateChanged`**)



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Adatkötés megvalósítása

- mivel a jelzésnek egységes formában kell megvalósulnia, célszerű, ha minden modell egy közös, az esemény kiváltását biztosító interfészt valósít meg (**`Subject`**)



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

Adatkötés

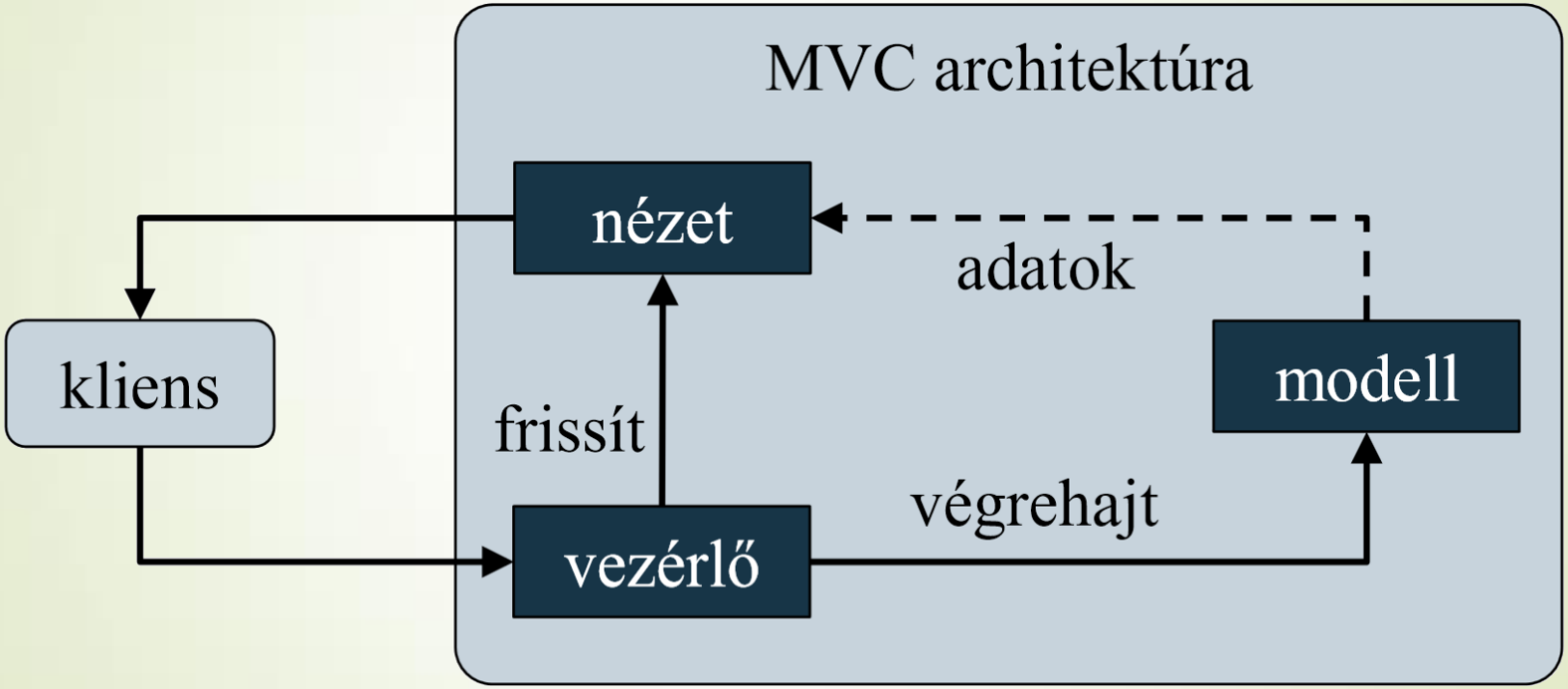
- Előnyei:
  - a megjelenített és a munkafolyamat állapot mindig szinkronban tartható, automatikusan
- Hátrányai:
  - a szinkronizáció erőforrásigényes, sokszor feleslegesen hajtódik végre
  - a rendszernek ügyelnie kell a körkörös módosítások elkerülésére
  - a modellnek biztosítania kell a megfelelő interfész megvalósítását, és az esemény kiváltását a szükséges pontokon

Objektumorientált tervezési szempontok és minták

MVC architektúra

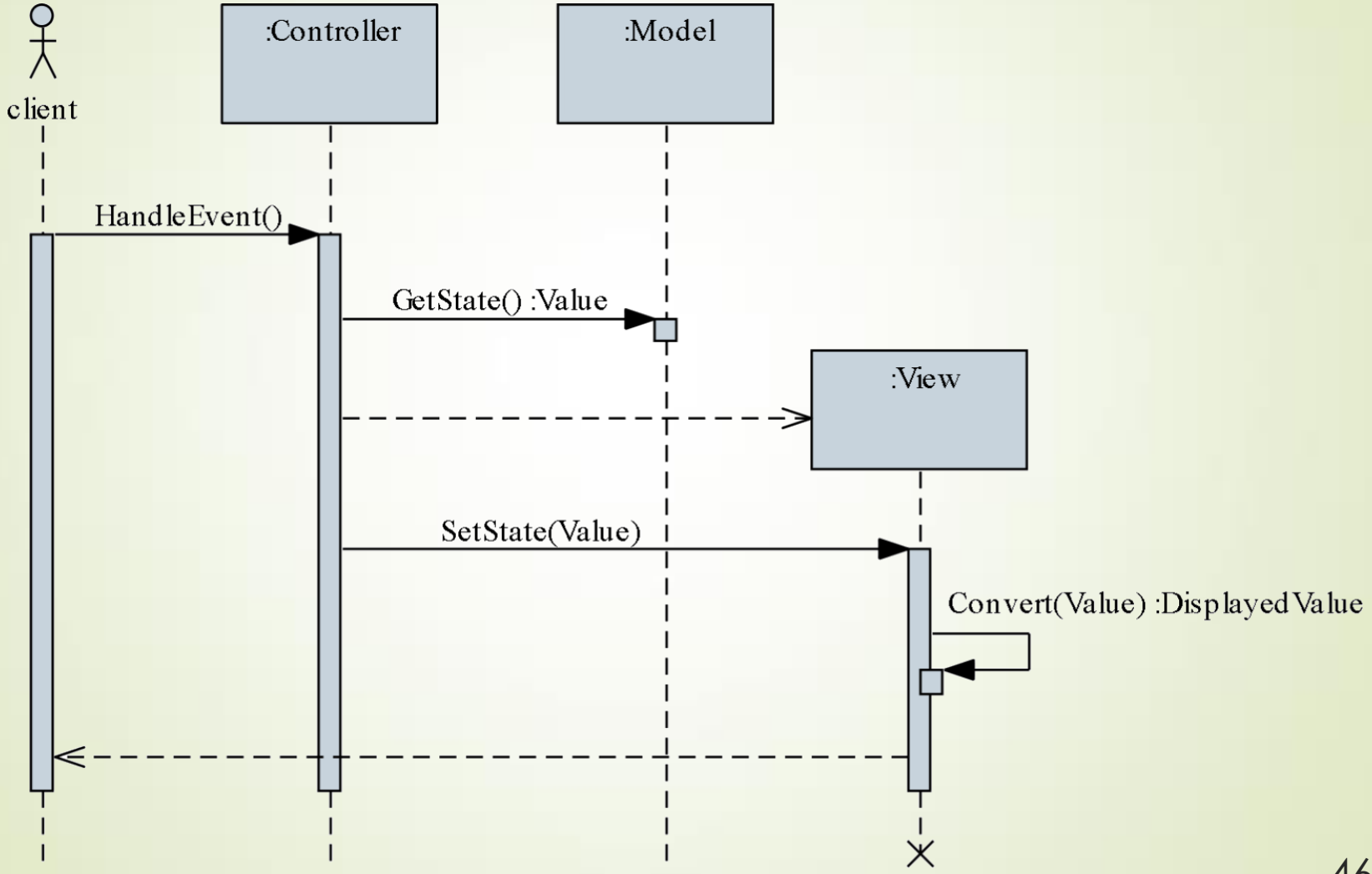
- A megjelenítés és a vezérlés leválasztását biztosítja a *Model-View-Controller* (*MVC*) architektúra, amelyben
  - a vezérlő (*Controller*) fogadja közvetlenül a kérést a felhasználótól, feldolgozza azt (a modell segítségével), majd előállítja a megfelelő (új) nézetet
  - a *nézet* (*View*) a felület (jórészt deklaratív) meghatározása, amely megjeleníti, illetve átalakítja az adatokat
    - *lehívás alapú* (*pull-based*): ismeri a modellt, az adatokat a modelltől kéri le
    - *betöltés alapú* (*push-based*): a vezérlő adja át számára az adatokat
  - a modell mellett perzisztációval is bővíthető a szerkezet

MVC architektúra



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

MVC architektúra (betöltés alapú)



Objektumorientált tervezési szempontok és minták

MVC architektúra

- Az MVC architektúra különösen webes környezetben népszerű, ahol könnyen leválasztható a nézet (HTML) a vezérléstől (URL)
  - általában egy vezérlőhöz több nézet is tartozik
- Előnyei:
  - a nézetnek nem kell foglalkoznia az események feldolgozásával, mivel azokat közvetlenül a vezérlő kapja meg
- Hátrányai:
  - a nézet továbbra is felel az adatok megfelelő átalakításáért, tehát tartalmaz valamennyi logikát