ADATSZERKEZETEK ÉS ALGORITMUSOK

C++ OOP

Osztálydefiníció

- A C++ **`struct`** és **`class`** sok szempontból hasonló
  - OOP elvárások tekintetében a **`class`** használata szükséges
- Példa egy egyszerű osztály definíciójára
  - Osztálydefiníciók egymásba ágyazhatók

```
class Rectangle {
    double a_side, b_side;
public:
    void print() const {  }
};
```

- Példányosítás

```
Rectangle rect(10, 2);
Rectangle *rectpt = &rect;
```

Konstruktorok

- Konstruktorok: „nincs objektum konstruktor nélkül”, ha kell, implicit hívódnak
  - Neve megegyezik az osztály nevével
  - Ha már megadtunk egy konstruktort, akkor default konstruktor nem definiálódik
  - A default konstruktor meghívja az attribútumok konstruktorát, de a beépített típusokat nem inicializálja (konzisztensen a C-vel)
  - A konstruktornak nem lehet visszatérési értéke
  - C++11 óta lehetséges
    - Mezők inicializálása
    - Konstruktor delegáció
    - Szülő osztály konstruktorának örökítése

Konstruktorok

```
class Rectangle {
    double a_side, b_side;
public:
    Rectangle(double a, double b): a_side(a), b_side(b) {};
    Rectangle() : Rectangle(1.0, 1.0) {};

    void print() const {
        std::cout << "Rectangle " << a_side << " " <<
                                     b_side << std::endl;
    }

    double calculateArea() {
        return a_side * b_side;
    }
};
```

Destruktor

- Téglalap esetén nincs kifejezett haszna, de egy általános sokszögnél (illetve példa az inicializációra)

```
class Polygon {
    double *sides {nullptr};
    int nsides {0};

public:
    Polygon(double *data, int ndata): nsides(ndata) {
        sides=new double[nsides];
        std::memcpy(sides, data, sizeof sides);
    }
    ~Polygon() { delete [] sides; }

    void print() const {
        std::cout << "Polygon, number of sides " << nsides
                                                << std::endl;
    }
};
```

Osztályváltozó, osztálymetódus

```
class Circle {
    double radius;
    static double PI;
public:
    Circle(double r): radius(r) {};
    Circle() : Circle(1.0) {};

    void print() const {
        std::cout << "Circle " << radius << std::endl;
    }
};

double Circle::PI = 3.1415926535;
```

- Az osztályon kívül definiálni kell!

Osztályváltozó, osztálymetódus

```
class Circle {
 //...
 double calculateArea() {
        return radius * radius * PI;
    }
 //...
};
```

- Az osztályon belül elérhető közvetlenül, itt a külső használathoz publikus metódus kell!

```
static double getPi() { return Circle::PI; }
```

Osztályváltozó, osztálymetódus

- Használat:

```
Circle::PI; // HIBA
Circle::getPi();
Circle c1(10);
c1.getPi();
```

- Szemantikailag helytelen példányon keresztül elérni, azaz:
  - ~~`c1.getPi();`~~
  - ~~`return radius * radius * PI;`~~
- Helyette
  - `return radius * radius * Circle::PI;`

Láthatóság

- Az adattagok és metódusok elrejtése megoldott
- A láthatóság minősítője C++-ban
  - **`public`**
    - a külső felhasználók elérik
  - **`protected`**
    - csak a leszármazottak érhetik el
  - **`private`**
    - csak az adott osztály és a barátok (**`friend`**) számára elérhető – alapértelmezés

Öröklődés

- A téglalap egy specializációja a négyzet:

```
class Square: public Rectangle {
public:
    Square(double a): Rectangle(a, a) { };
    Square(): Square(1) { };

    void print() const {
        std::cout << "Square " << a_side << std::endl;
    }
};
```

- Azonban ez nem működik, mert ugyan van saját `a_side` attribútuma a négyzetnek, de azt nem éri el közvetlenül, mivel az ősben ez **`private`**.

Öröklődés

Módosítsuk!

```
class Rectangle {
protected:
    double a_side, b_side;
 //...
};
```

Ekkor

```
rect.print();    // Rectangle 10 2
Square s(5);
s.print();       // Square 5
```

Konstruktor öröklés

- Lehetséges C++11 óta

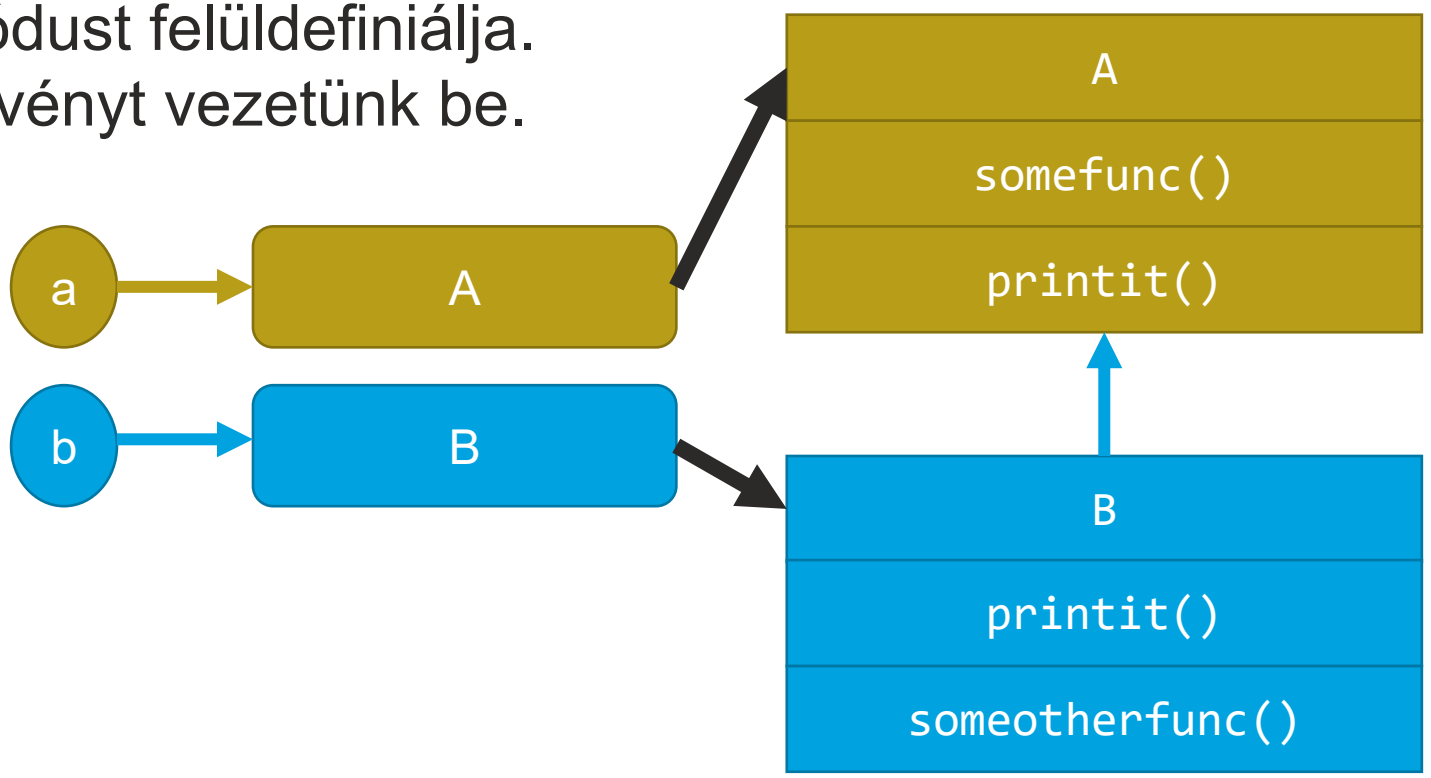
```
class BaseClass {
public:
    BaseClass(int value) {};
};

class DerivedClass : public BaseClass {
public:
    using BaseClass::BaseClass;
};
```

Leszármazás (felüldefiniálás)

A osztály, benne két publikus példánymetódus.
B osztály az A leszármazottja, a metódust felüldefiniálja.
A B osztályban további publikus függvényt vezetünk be.

A egy példánya a `A* a = new A()`
B egy példánya b `B* b = new B()`



Ekkor:

```
a.printit()
b.printit()
a.somefunc()
b.somefunc()
~~a.someotherfunc()~~
```

Altípusos polimorfizmus

- Tekintsük az alábbi kódot

```
Rectangle rect(10, 2);
Square s(5);
rect = s;
```

- Mi történik?

```
rect.print();
```

  - Fontos, hogy itt még nincsen dinamikus kötés!

Altípusos polimorfizmus

- Ha B (pl. `Square`) altípusa az A (pl. `Rectangle`) típusnak, akkor B objektumainak referenciái értékül adhatók az A típus referenciáinak.
- Azaz:

```
Rectangle* prect = new Rectangle(4, 3);
Square* psqu = new Square(2);

prect->print();
psqu->print();
prect = psqu;
```

Mi történik?

```
prect->print();
```

Altípusos polizmorfizmus

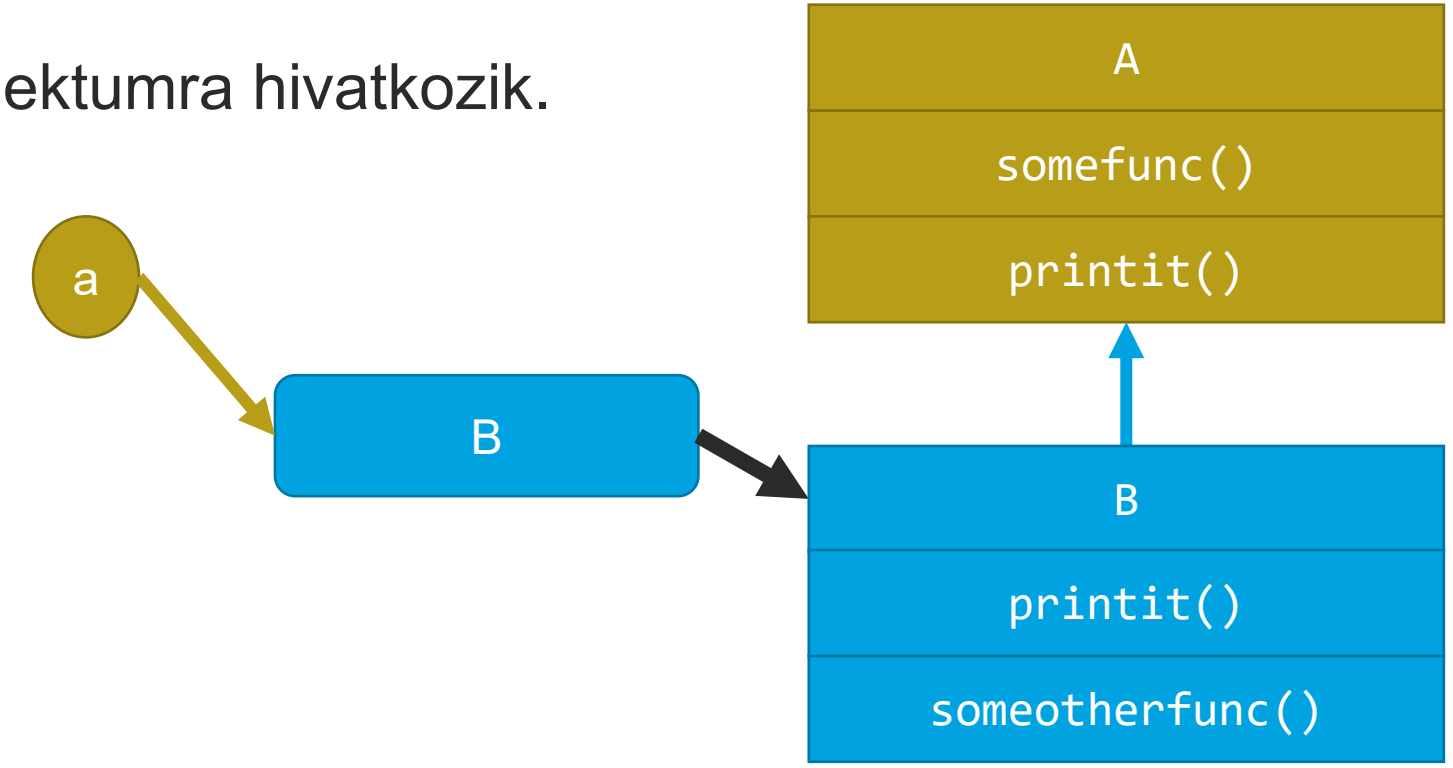
Altípusos polimorfizmus esetén az a változóval lehetséges hivatkozni a B példányára

Itt a polimorfizmusra láttunk példát

Azaz A típusú változó B típusú objektumra hivatkozik.

Dinamikus kötés nem jött létre.

Polimorfizmus: `A* a = new B()`



Ekkor:

```
a.printit()
a.somefunc()
a.someotherfunc()
```

Dinamikus összekapcsolás

- C++ nyelven a dinamikus kötéshez:
  - Az **őstípus** `virtual`-nak deklarálja a metódust, amire megengedi a felüldefiniálást
  - Ellenkező esetben elfedés lesz!
  - Tipikusan az ősbeli **`virtual`-**t a leszármazottban is **`virtual`-**nak jelöljük.

Dinamikus összekapcsolás

- Módosítás a `Rectangle` osztályban

```
virtual void print() const {
    std::cout << "Rectangle " << a_side << " "
                              << b_side << std::endl;
}
```

- Ekkor az előző példa

```
prect->print();
// Square 2
```

Felüldefiniálás jelzése

- Expliciten jelezhetjük, hogy felüldefiniálást szeretnénk

```
class Square: public Rectangle {
    //...
    virtual void print() const override {//...
};
```

  - Ellenőrizni fogja a fordító ekkor
  - Hibát kapunk ha felüldefiniálandó függvény
    - nem **`virtual`**
    - **`final`**

- Felüldefinálás (és leszármazás) megakadályozása

```
virtual void print() const final {//...
```

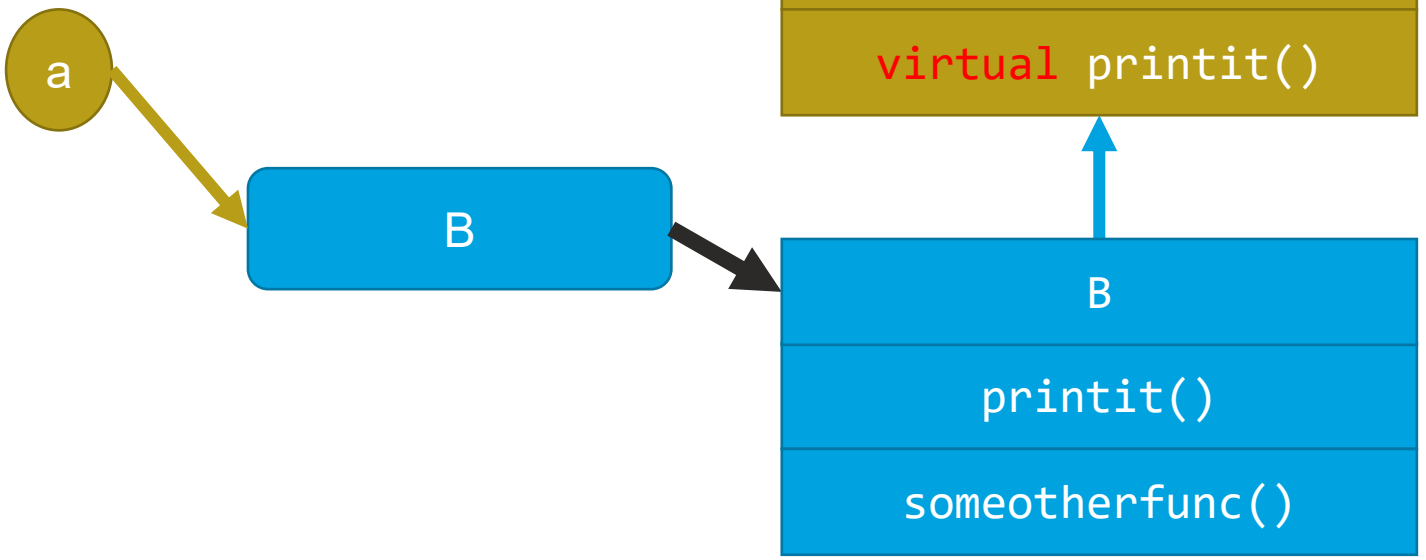
Dinamikus kötés

Dinamikus kötés megvalósulása esetén az objektum típusa (nem a rá hivatkozó változó típusa) szerinti implementáció hajtódik végre.

C++ esetén a `virtual` kulcsszót kell használni!

Polimorfizmus + dinamikus kötés:

```
A* a = new B()
```



Ekkor:

```
a.printit()
a.somefunc()
a.someotherfunc()
```

A változó típusa (statikus típus) határozza meg, hogy milyen műveletek hívhatók!
Az objektum típusa (dinamikus típus) határozza meg a végrehajtandó implementációt!

Virtuális destruktor

- A destruktor esetén is fontos a **`virtual`** használata
  - Amennyiben az altípusos polimorfizmus használjuk.
- Nézzük az alakzatot

```
class Shape {
public:
    virtual void print() const {
        std::cout << "Generic Shape" << std::endl;
    }
};
```

Virtuális destruktor

- Ha a `Polygon` ebből származik le

```
class Polygon: public Shape {
  //...
  ~Polygon() {
    delete [] sides;
    std::cout<< "Deleted" << std::endl;
  }
};
```

- Akkor a következő eset memóriaszivárgás

```
Shape *sh = new Polygon(new double[2]{10.0, 10.3}, 2);
delete sh;
std::cout << "^^ Memory leak ^^ " << std::endl;
```

Virtuális destruktor

- Helyesen

```
class Shape {
public:
    virtual ~Shape() {};
    virtual void print() const {
        std::cout << "Generic Shape" << std::endl;
    }
};
```

- Így már rendben lesz

```
Shape *sh = new Polygon(new double[2]{10.0, 10.3}, 2);
delete sh;
std::cout << "^^ No memory leak ^^ " << std::endl;
```

Automatikusan létrehozott függvények

- A fordító több tagfüggvényt létrehoz, ha nem definiáljuk azokat. Dönthetünk az automatikusan létrejövő tagfüggvények
  - létrehozásáról (**`default`**)
  - elutasításáról (**`delete`**)

```
class Square {
public:
    Square() = default;
    Square(const Square&) = default;
    Square& operator=(const Square&) = delete;
    virtual ~Square() = default;
};
```

- Az utolsó sornál fontos a **`virtual`**.
  - Ezzel jelezzük, hogy automatikusan létrejövő destruktor virtuális is legyen!

Absztrakt osztály

Pure virtual függvények bevezetése

```
class Shape {
 public:
      virtual ~Shape() {};
      virtual void print() = 0;
      virtual double calculateArea() = 0;
 };
```

Absztrakt osztály

- Ilyenkor a leszármazott adja meg a definíciót:

```
class Circle : public Shape {
    double radius;
public:
    Circle(double r): radius(r) {};

    virtual void print() const override {
        std::cout << "Circle radius: " << radius << std::endl;
    }
    virtual double calculateArea() const override {
        return radius * radius * PI;
    }
};
```

Absztrakt osztály típusként

- Természetesen nem példányosítható:

```
Shape s;
```

- De statikus típusa egy változónak lehet:

```
Circle c;
Shape * pa = &c;
```

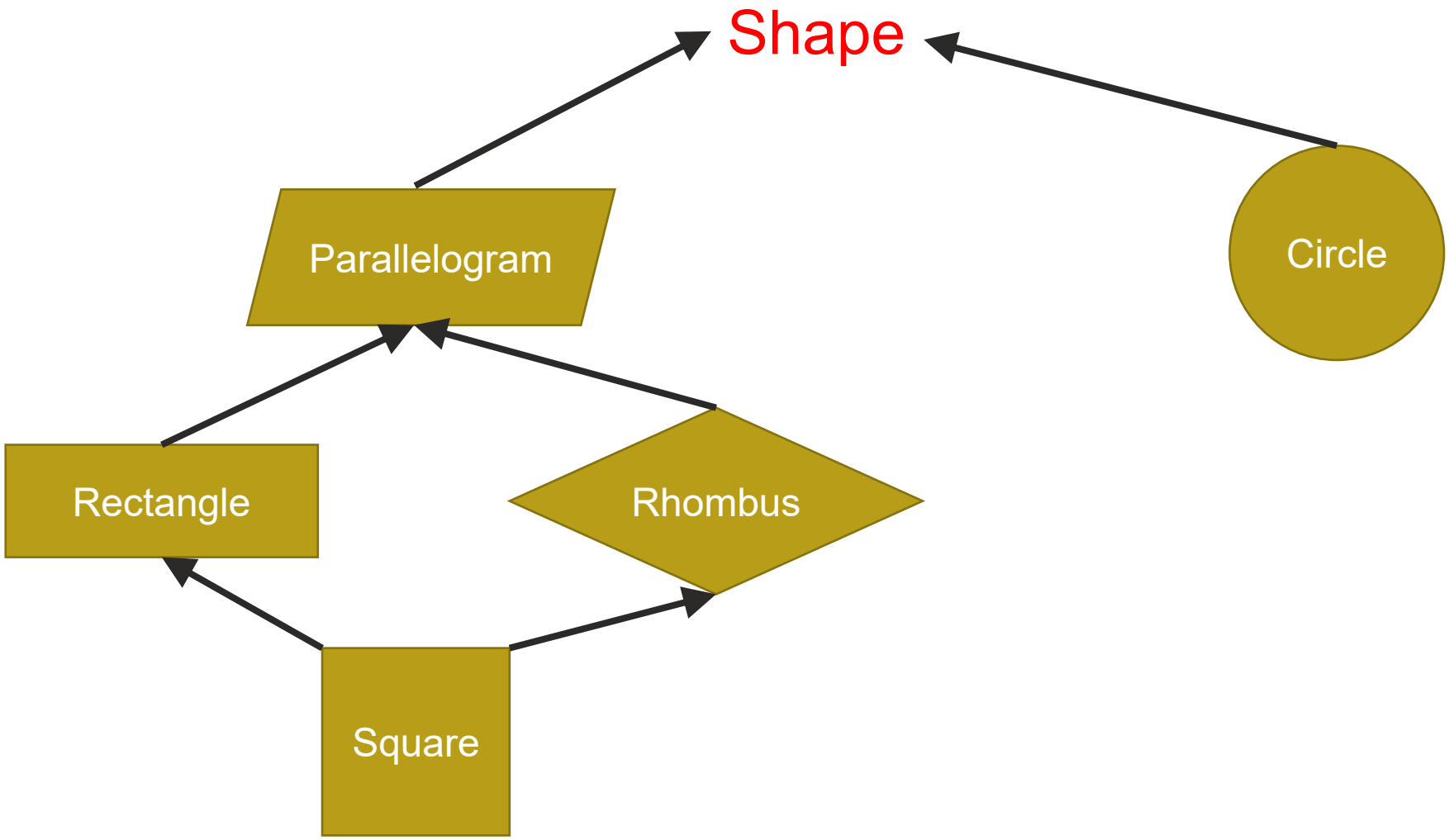
- De statikus típusa egy változónak lehet és dinamikus kötés működik

```
pa->calculateArea(); // Circle::calculateArea()
```

Többszörös öröklés

- Az osztályhierarchia lehet fa, de lehet általánosabb körmentes gráf is:
  - `class Shape`
  - `class Circle: public Shape`
  - `class Parallelogram: public Shape`
  - `class Rhombus: public Parallelogram`
  - `class Rectangle: public Parallelogram`
  - `class Square: public Parallelogram, public Rhombus`
- Problémák:
  - Adattagok hányszor?
  - Melyik metódus?

Többszörös öröklés



Többszörös öröklés

- `double PI = 3.1415926535;`

```
class Shape {
public:
    virtual ~Shape() {};
    virtual void print() const = 0;
    virtual double calculateArea() const = 0;
};

class Circle : public Shape {
    double radius;
public:
    Circle(double r): radius(r) {};

    virtual void print() const override {
        std::cout << "Circle radius: " << radius << std::endl;
    }
    virtual double calculateArea() const override {
        return radius * radius * PI;
    }
};
```

Többszörös öröklés

```
class Parallelogram : public Shape {
protected:
    double _side_a;
    double _side_b;
    double _delta;
    double _height_a;
public:
    virtual double get_a_side() const final { return _side_a; }
    virtual double get_b_side() const final { return _side_b; }
    virtual double get_angle()  const { return _delta;  }
    virtual bool is_equilateral() const { return _side_a == _side_b; }
    virtual bool is_right() const { return _delta == 90; }

    Parallelogram(double a, double b, double angle): _side_a(a), _side_b(b), _delta(angle) {
        _height_a = b * std::sin(_delta*PI / 180.0);
    }

    virtual void print() const override {
        std::cout << "Parallelogram a, b, delta: " << _side_a << ", "
                  << _side_b << ", "
                  << _delta << std::endl;
    }

    virtual double calculateArea() const override {
        return _side_a * _height_a;
    }
};
```

Többszörös öröklés

```
class Rhombus : public Parallelogram {
public:
    Rhombus(double a, double angle): Parallelogram(a, a, angle) {  };

    virtual void print() const override {
        std::cout << "Rhombus side, angle " << _side_a << ", " << _delta << std::endl;
    }

    virtual double calculateArea() const override {
        return _side_a * _side_a * std::sin(_delta*PI / 180.0);
    }

    virtual bool is_equilateral() const override final { return true; }
};

class Rectangle : public Parallelogram {
public:
    Rectangle(double a, double b): Parallelogram(a, b, 90) { _height_a = b; };

    virtual void print() const override {
        std::cout << "Rectangle " << _side_a << ", " << _side_b << std::endl;
    }

    virtual bool is_right() const override final { return true; }
};
```

Többszörös öröklés

```
class Square: public Rectangle, public Rhombus {
public:
    Square(double a): Rectangle(a,a), Rhombus(a, 90) { };

    virtual void print() const override final {
        std::cout << "Square " << _side_a << std::endl;
    }

    virtual double calculateArea() const override final {
        return _side_a * _side_a;
    }
};

int main() {
    Rectangle *s = new Square(10);
    std::cout << s->calculateArea() << std::endl;
    s->print();

    return 0;
}
```

Többszörös öröklés

- Ebben a példában a `Square` esetén a `_side_a` mezőre hibát jelez a fordító
  - A mezőt két ágon örökli, el kell dönteni, hogy hogyan legyen
- 1. Lehetséges megadni, például

```
virtual double calculateArea() const override final {
    return Rectangle::_side_a * Rectangle::_side_a;
}
```

  - Ez azonban nem oldja meg a következőt

```
Parallelogram *s = new Square(10);
```

Többszörös öröklés

- Ebben a példában a `Square` esetén a `_side_a` mezőre hibát jelez a fordító
  - A mezőt két ágon örökli, el kell dönteni, hogy hogyan legyen
- 2. Virtuális öröklés
  - Ilyenkor a virtuális ősosztály nem két irányban lesz ős, hanem egy közös ős
  - Gondoskodni kell a virtuális ősök inicializációjáról is

```
class Rhombus: public virtual Parallelogram
class Rectangle: public virtual Parallelogram
Square(double a): Parallelogram(a, a, 90),
                  Rhombus(a, 90), Rectangle(a,a) { };
```

  - Így már jó

```
Parallelogram *s = new Square(10);
```

Többszörös öröklés függvény példa

```
class A{
public:
    virtual void f() { std::cout << "A.f()" << std::endl; };
};

class B : public A {
public:
    void f() { std::cout << "B.f()" << std::endl; };
};

class C : public A{
public:
    void f() { std::cout << "C.f()" << std::endl; };
};

class D : public B, public C {
public:
    void g() { std::cout << "D.g()" << std::endl; };
};
```

Többszörös öröklés függvény példa

- Használatkor
  - `D d;`
    `d.f();`
  - Hibaüzenet: `request for member „f” is ambiguous`
- Itt is döntés kell
  - `using C::f;`
  - Azonban ilyenkor!
  - `B *b = new D();`
    `b->f();  // B.f()`

Friend

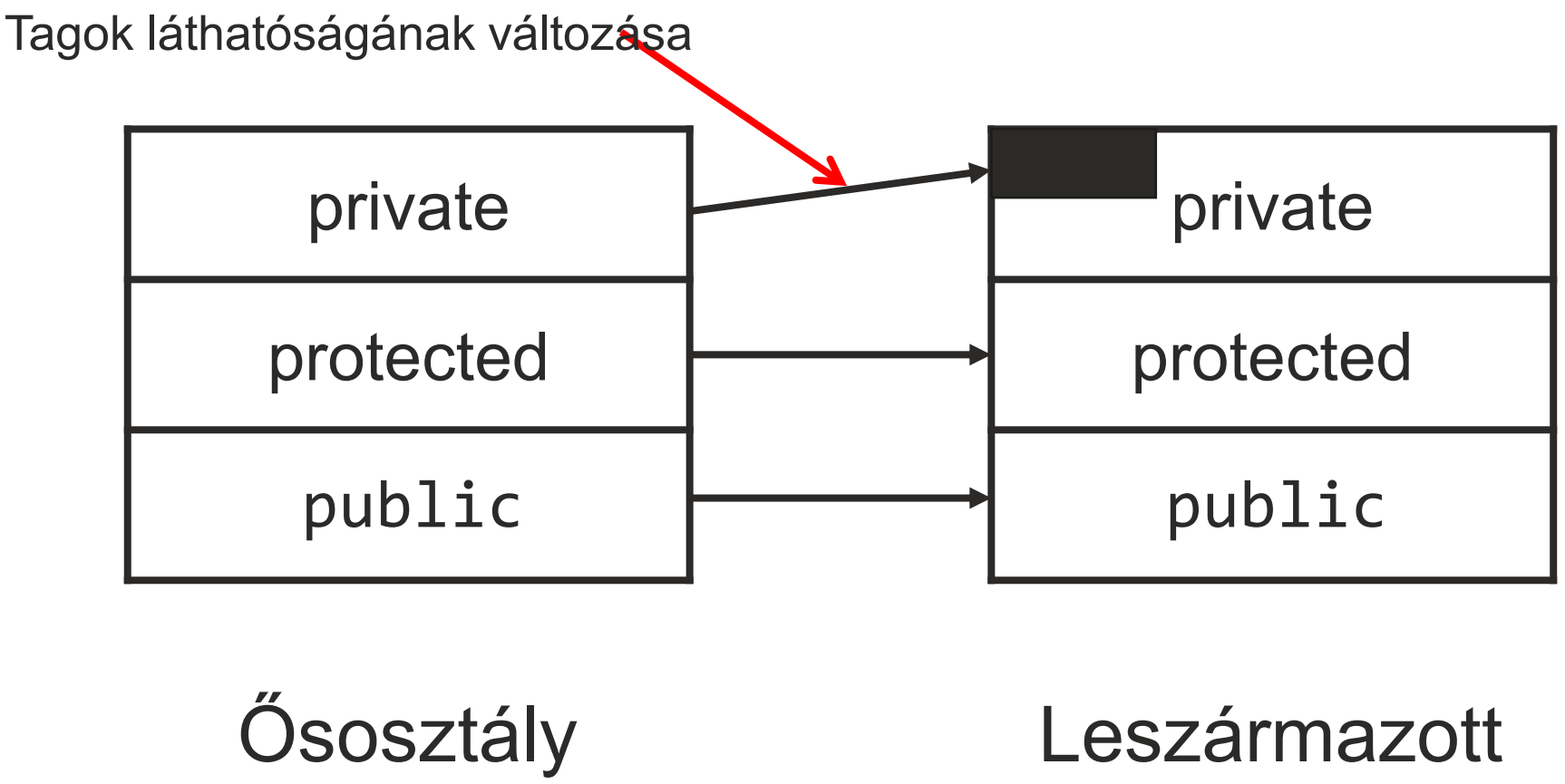
- A barát hozzáfér a privát adatokhoz, függvényekhez
  - Tipikusan olyan operátorok készítésére használjuk, amelyek a modellezés szerint nem részei a típusnak, de szorosan kötődnek hozzá
    - Kiírás

```
class Point {
    friend ostream &operator<<( ostream &, const Point &);
public:
    Point( int = 0, int = 0 );
    void setPoint( int, int );
    int getX() const { return x; }
    int getY() const { return y; }
protected:
    int x, y;
};
```

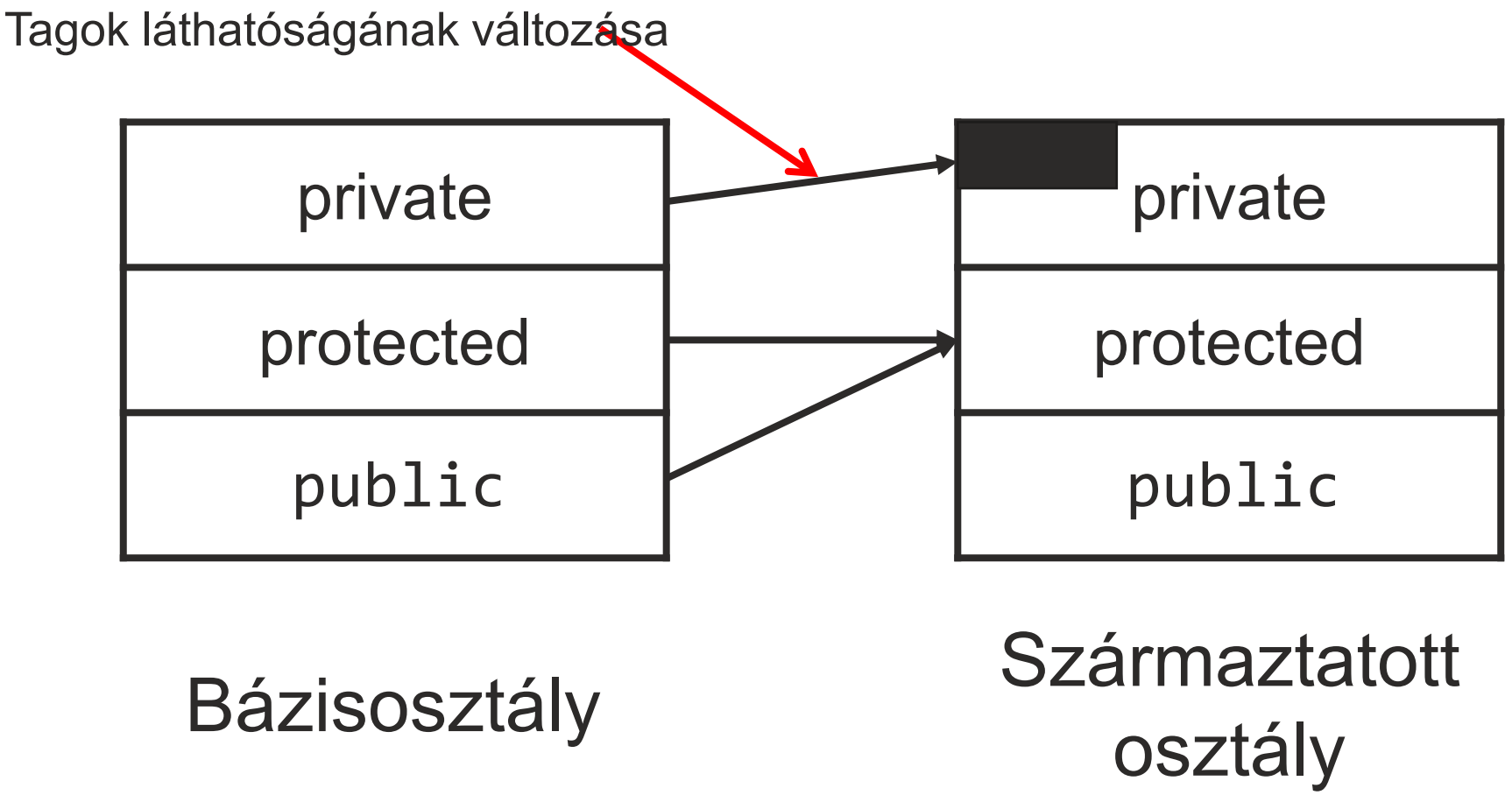
Alosztályképzés

- C++ - implementációs öröklés altípus létrehozása nélkül
  - **`private`**, **`protected`** öröklés

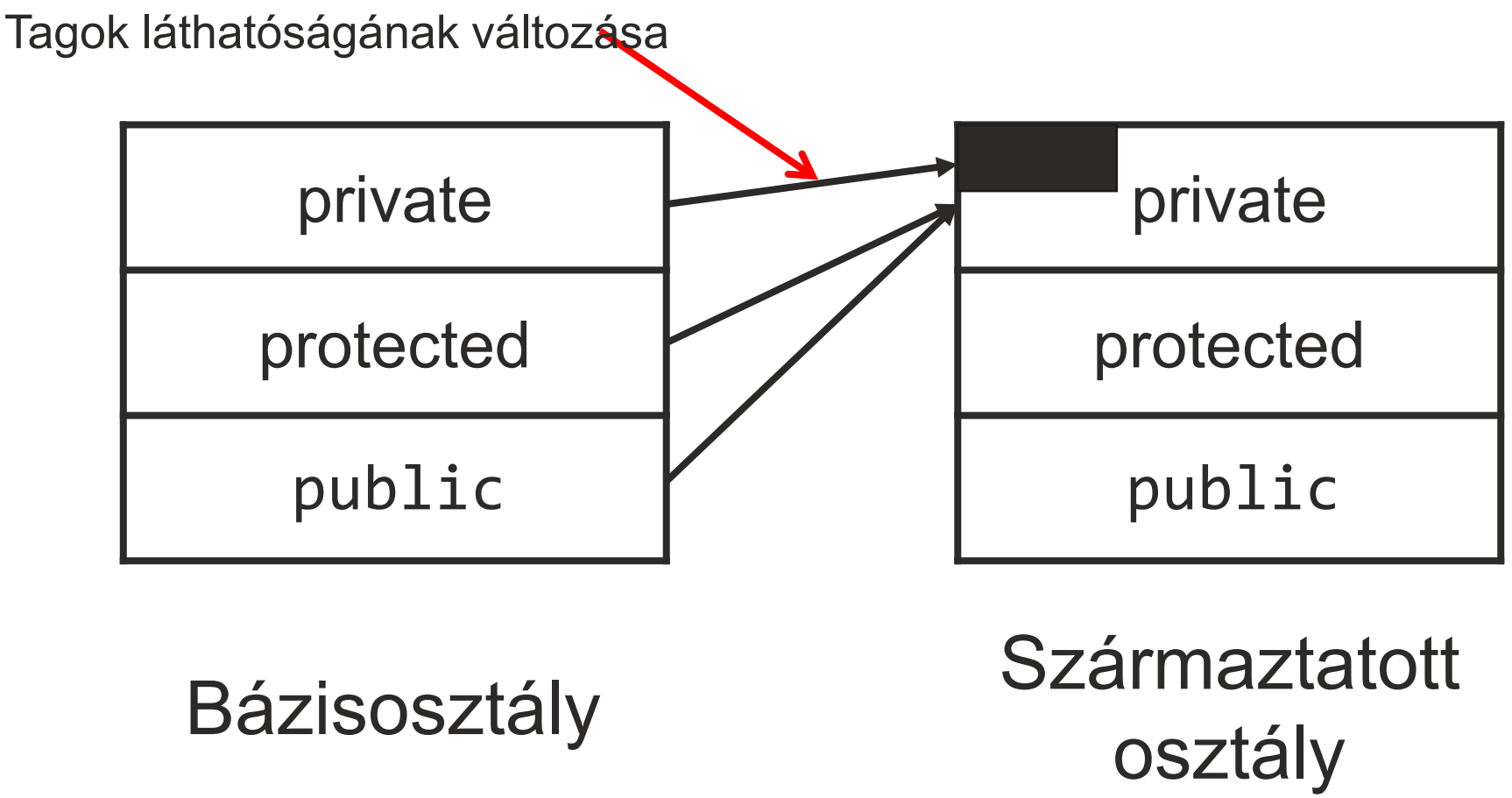
Public öröklés



Protected öröklés



Private öröklés



Kis kitérő – `struct`

- Struct esetén minden tag **`public`** alapértelmezés szerint.
  - Ez az információ elrejtést nem segíti, úgy mint az osztályoknál
  - Azonban célszerű „sima” adatrekordok tárolására (rekord típus)
    - Plain Old Data Structure (POD)
    - C-vel kompatibilis

C++ – Összefoglalás

- Mit örököl a leszármazott?
  - Adattagokat
  - Metódusokat
- Mit nem örököl a leszármazott?
  - Ősosztály konstruktorait, destruktorát
    - Konstruktor örökíthető
    - Leszármazottban delegálható rá, használható
  - Ősosztály értékadás operátorát
  - Ősosztály barátait

C++ – Összefoglalás

- Mit vezethet be a leszármazott osztály?
  - Új adattagokat
  - Új metódusokat
  - Felüldefiniálhat már meglévőket (virtual)
  - Új konstruktorokat és destruktort
  - Új barátokat

C++

- Egy általános metódus deklarációja a következőket jelenti:
  1. A metódus elérheti a privát mezőket is
  2. Az osztály scope-ját használja
  3. A metódus egy konkrét objektumra hívódik meg, ezért birtokolja a „this” pointert
- Statikus metódus csak az 1, 2 -vel rendelkezik,
- Ha egy függvényt friend-nek deklarálunk, akkor csak az 1. jogunk lesz (friend mechanizmus)

OOP gyakorlatban

Következő téma