

Klase (class)

Objektno programiranje - 5. vježbe

Sebastijan Horvat

Prirodoslovno-matematički fakultet,
Sveučilište u Zagrebu

5. travnja 2023. godine



Klase - definiranje vlastitih tipova podataka

- želimo def. tipove koji se ponašaju prirodno poput ugrađenih
- važno: ime, koje operacije podržava i gdje je def.

Primjer.

```
#include <iostream> //zaglavlje iz stand. bibl.  
#include "Polinom.h" //nije iz stand. bibl.  
  
...  
Polinom p, q;  
cin >> p >> q;  
cout << p + q;  
...
```

Primjer - izgradnja klase za račun klijenta u banci

Klijenta banke želimo identificirati id-jem (npr. "642986"), pratiti koliko ima na tekućem računu i koliko mu je dopušteno prekoračenje po tekućem računu.

```
struct Racun {  
    string id;  
    double saldo;  
    double prekoračenje;  
};
```

Primjer.

```
Racun a;  
a.prekoračenje = -1327.23;  
cout << a.prekoračenje << " EUR" << endl;
```

- ako ne želimo *defaultne* vrijednosti pri stvaranju objekta (s {} ili =)

```
struct Racun {  
    string id;  
    double saldo = -3.98;  
    double prekoracenje{-1327.23};  
};
```

Primjer.

```
Racun a, b;  
a = b;  
cout << b.id << endl  
    << b.saldo << endl  
    << b.prekoracenje << endl;
```

Pisanje vlastitih zaglavlja

- datoteka **Racun.h** (za korištenje klase u više datoteka)
- uočite **zaštitu protiv višestrukog uključivanja** ([link za više info](#))
- uočite da nemamo `using namespace std;`

```
#ifndef RACUN_H
#define RACUN_H
#include <string>
struct Racun {
    std::string id;
    double saldo = -3.98;
    double prekoracenje{-1327.23};
};
#endif
```

- upotreba:

```
#include "Racun.h"
...
Racun a, b;
```

Pisanje sučelja (*interface*): Funkcije članice

- deklarirane unutar, a definirane unutar (tada su *inline*) ili izvan tijela klase

```
struct Racun {  
    std::string poziv_na_broj() {return "0000"+id;}  
    std::string id;  
    double saldo = -3.98;  
    double prekoracenje{-1327.23};  
};
```

ili:

```
struct Racun {  
    std::string poziv_na_broj();  
    ...  
};  
std::string Racun::poziv_na_broj() {  
    return "0000" + id;  
}
```

Implicitan parametar funkcije: `this`

- po *defaultu* konstantan pokazivač na nekonst. verziju tipa klase
- prethodna funkcija je zapravo (s implicitnim parametrom `Racun *const this`):

```
std::string Racun::poziv_na_broj() {  
    return "0000" + this->id;  
}
```

Primjer. Zašto se sljedeći kod ne kompajlira?

```
Racun a;  
a.id = "1234";  
const Racun b = a;  
cout << b.id << endl;      ✓  
cout << b.poziv_na_broj() << endl;      ✗
```

Popravak: const funkcija članica

```
struct Racun {  
    std::string poziv_na_broj() const;  
    ...  
};  
std::string Racun::poziv_na_broj() const {  
    return "0000" + id;  
}
```

- sad ne možemo mijenjati *this:

```
std::string Racun::poziv_na_broj() const {  
    id = "abc";    X  
    return "0000" + id;  
}
```


Funkcija dodaj (funkcija koja „vraća this”)

```
struct Racun {  
    Racun& dodaj(const Racun&);  
    ...  
    double saldo = -3.98;  
};  
Racun& Racun::dodaj(const Racun& desni) {  
    saldo += desni.saldo;  
    return *this;  
}
```

Primjer.

```
Racun a, b;  
b.saldo = 100;  
a.dodaj(b).dodaj(b);  
cout << a.saldo << endl;
```

Funkcije koje su samo konceptualno dio klase

- obično deklarirane (ali ne i definirane) u istom zaglavlju s klasom

Sučelje: Racun.h

```
#ifndef RACUN_H  
#define RACUN_H
```

```
#include <iostream>  
#include <string>
```

```
struct Racun {  
    std::string poziv_na_broj() const;  
    Racun& dodaj(const Racun&);  
    std::string id;  
    double saldo = -3.98;  
    double prekoracenje{-1327.23};  
};
```

```
std::ostream &unos(std::istream &, Racun &);  
std::ostream &ispis(std::ostream &, const Racun &);  
#endif
```



Funkcije za unos i ispis

Implementacija: Racun.cpp

```
#include <iostream>
#include <string>
#include "Racun.h"
using namespace std;

istream &unos(istream &is, Racun &r) {
    is >> r.id >> r.saldo;
    return is;
}

ostream &ispis(ostream &os, const Racun &r) {
    os << r.id << " " << r.saldo << " "
        << r.prekoracenje;
    return os;
}

string Racun::poziv_na_broj() const {
    return "0000" + id;
}
```

Implementacija (nastavak) i klijentski program

```
Racun& Racun::dodaj(const Racun& desni) {  
    saldo += desni.saldo;  
    return *this;  
}
```

```
#include<iostream>  
#include<string>  
#include "Racun.h"  
using namespace std;
```

```
int main() {  
    Racun a;  
    unos (cin, a);  
    ispis (cout, a) << endl;  
    return 0;  
}
```

Klijentski program: zad.cpp

Primjer. (unos i ispis):

```
ab12 100.34  
ab12 100.34 -1327.23
```

```
g++ -Wall Racun.cpp zad.cpp -std=c++11 -o prog
```



Konstruktori

- isto ime kao klasa; ne mogu se deklarirati kao `const` (jer objekt svoju „konstantnost” dobiva tek kad konstruktor završi)
- ako ne želimo *defaultni* konstruktor, možemo napisati svoj:

```
struct Racun {  
    Racun(const std::string &, double, double);  
    ...  
};
```

```
Racun::Racun(const string &s, double iznos,  
            double placa)  
{  
    id = s;  
    saldo = iznos;  
    prekoracenje = -1.5 * placa;  
}
```

```
Racun a("A123", 100, 950.16);
```

```
ispis(cout, a) << endl;
```

```
Racun b;    X
```

- izgubili smo *defaultni* konstruktor - ako ga i dalje želimo:

```
struct Racun {  
    Racun() = default;  
    Racun(const std::string &, double, double);  
    ...  
};
```

- Napomena: Ako u klasi koristimo neku drugu klasu koja treba eksplicitni konstruktor, defaultni nam neće biti dobar!

Korištenje inicijalizacijske liste

```
Racun::Racun(const string &s, double iznos,  
             double placa)  
{  
    id = s;  
    saldo = iznos;  
    prekoracenje = -1.5 * placa;  
}
```

- umjesto prethodnog, možemo navesti članove strukture (ne nužno sve!) i njihove početne vrijednosti:

```
Racun::Racun(const string &s, double iznos,  
             double placa) : id(s), saldo(iznos),  
                          prekoracenje(-1.5 * placa) { };
```

Još dva konstruktora

```
struct Racun {  
    Racun(const std::string &);  
    Racun(std::istream &);  
    ...  
}
```

- jedan dobiva string za id, a drugi stream s kojeg čita podatke

```
Racun::Racun(const string &s) : id(s) { };
```

```
Racun::Racun(istream &is) {  
    unos(is, *this);  
}
```

```
Racun a("A123", 100, 950.16), b("B0"), c(cin);
```


Delegirajući konstruktor

- cijeli ili dio svog posla povjeravaju drugom konstruktoru
- mogli smo napisati ovako (drugi je delegirajući):

```
Racun::Racun(const string &s, double iznos,  
            double placa) : id(s), saldo(iznos),  
                            prekoracenje(-1.5 * placa) { };
```

```
Racun::Racun(const string &s) : Racun(s, 0, 1000) {  
};
```

Kontrola pristupa

- korisnik trenutno može mijenjati članove klase bez korištenja sučelja koje smo napisali

```
Racun a ("E3A2");  
a.saldo = 5420.15;
```

- **public** članovi = sučelje (dostupno svim dijelovima programa)
- **private** članovi = enkapsulacija (skrivanje) implementacije (dostupno samo funkcijama članicama)

Koji je *defaultni* pristup:

- **struct** - javni
- **class** - privatni

Glavne prednosti enkapsulacije:

- korisnik nenamjerno pokvari stanje enkapsul. objekta
- promjena implementacije enkapsulirane klase ne mijenja kod kojim se korisnik koristi

Kontrola pristupa na našem primjeru

```
class Racun {  
    public:  
        Racun() = default;  
        Racun(const std::string &, double, double);  
        Racun(const std::string &);  
        Racun(std::istream &);  
        std::string poziv_na_broj() const;  
        Racun& dodaj(const Racun&);  
  
    private:  
        std::string id;  
        double saldo = -3.98;  
        double prekoracenje{-1327.23};  
};
```

```
Racun a("E3A2"), b;    ✓  
a.dodaj(b);           ✓  
b.saldo = 1500.50;    X
```

Napomena: Odlučivanje o kontroli pristupa

- ako želimo da funkcija `poziv_na_broj` nije namjenjena općoj upotrebi (tj. samo je dio implementacije) - i nju bi stavili kao privatnu

```
class Racun {  
    public:  
        ...  
    private:  
        std::string poziv_na_broj() const;  
        ...  
};
```

Problem. Kod se ne kompajlira - funkcije poput funkcije `unos` nisu članice klase, ali su dio sučelja:

```
istream &unos(istream &is, Racun &r) {  
    is >> r.id >> r.saldo;  
    return is;  
}
```

Kako će klasa dopustiti drugoj funkciji pristup svojim `ne-public` članovima:

- dodamo deklaraciju te funkcije i ključnu riječ **friend** u klasu

Napomena: to ne znači da su to sad članovi naše klase ni da na njih utječe kontrola pristupa!

unos i ispis kao prijatelji naše klase

```
class Racun {  
    friend std::istream &unos(std::istream &, Racun &);  
    friend std::ostream &ispis(std::ostream &, const Racun &);  
public:  
    Racun() = default;  
    Racun(const std::string &, double, double);  
    Racun(const std::string &);  
    Racun(std::istream &);  
    std::string poziv_na_broj() const;  
    Racun& dodaj(const Racun&);  
private:  
    std::string id;  
    double saldo = -3.98;  
    double prekoracenje{-1327.23};  
};
```

```
std::istream &unos(std::istream &, Racun &);  
std::ostream &ispis(std::ostream &, const Racun &);
```

Definiranje vlastitih lokalnih imena za tipove

- želimo da korisnik koristi to ime pa stavili `public`
 - ne želimo da korisnik zna da koristimo `double` za iznose
- ⇒ skrivamo detalje implementacije od korisnika

```
class Racun {  
    ...  
public:  
    typedef double valuta;  
    //ili: using valuta = double;  
    ...  
    Racun(const std::string &, valuta, valuta);  
    ...  
private:  
    ...  
    valuta saldo = -3.98;  
    valuta prekoracenje{-1327.23};  
};
```

Definiranje vlastitih lokalnih imena za tipove (nastavak)

- promjena u `Racun.cpp`:

```
Racun::Racun(const string &s, valuta iznos,  
             valuta placa) : id(s), saldo(iznos),  
                             prekoracenje(-1.5 * placa) { };
```

- primjer upotrebe u klijentskom programu (`main` funkcija):

```
Racun::valuta placa;  
cin >> placa;  
Racun a("1234", 0, placa);  
ispis(cout, a) << endl;
```


Umetnute (*inline*) funkcije

- manje funkcije je bolje imati kao *inline* - npr. `poziv_na_broj`
- po *defaultu* je tako ako ju definiramo unutar klase

```
class Racun {  
    ...  
    std::string poziv_na_broj() const {  
        return "0000" + id;  
    }  
    ...  
};
```

- umjesto toga, možemo (zbog preglednosti) eksplicitno deklarirati funkciju kao *inline*

```
class Racun {  
    ...  
    inline std::string poziv_na_broj() const;  
    ...  
};
```

Primjer, problem i rješenje

- u main funkciji:

```
Racun a("1234", 0, 1050.12);  
cout << a.poziv_na_broj() << endl;
```

- problem pri kompajliranju:

In file included from zad.cpp:3:0:

*warning: inline function 'std::__cxx11::string
Racun::poziv_na_broj() const' used but never defined*

- isprobati: `g++ -c Racun.cpp`, `g++ -o prog Racun.cpp`,
`g++ -c zad.cpp`
- rješenje: premjestimo iz `Racun.cpp` u `Racun.h`
(usput morali dodati i `std::` prije `string`)

```
std::string Racun::poziv_na_broj() const  
    return "0000" + id;  
}
```



Preopterećivanje funkcija članica

- isto ime (u istom doseg!) s različitim parametrima (broj/tipovi)
- ne želimo osmisliti (i zapamtiti) novo ime koje postoji samo zato da bi kompajler shvatio koju funkciju treba zvati

```
class Racun {  
    ...  
    Racun& dodaj(const Racun&);  
    Racun& dodaj(valuta);  
    ...  
};
```

```
Racun& Racun::dodaj(valuta br) {  
    saldo += br;  
    return *this;  
}
```

Primjer: koja funkcija se poziva?

- u funkciji `main`:

```
vector<Racun> v{Racun("1234", 0, 1050), Racun()};  
v[0].dodaj(v[1]).dodaj(100);  
ispis(cout, v[0]) << endl; //1234 96.02 -1575
```

- funkcije koje vraćaju referencu su lijeve vrijednosti (*lvalues* - ne vraćaju kopiju objekta)
- ⇒ gornjom konkatencijom izvršili na istom objektu više radnji

mutable članovi

- želimo pratiti u koliko je transakcija sudjelovao pojedini objekt:

```
class Racun {  
    ...  
    private:  
        size_t br_transakcija = 0;  
    ...  
};
```

```
Racun& Racun::dodaj(const Racun& desni) {  
    ++br_transakcija;  
    ++desni.br_transakcija; //Problem!  
    saldo += desni.saldo;  
    return *this;  
}
```

```
Racun& Racun::dodaj(valuta br) {  
    ++br_transakcija;  
    saldo += br;  
    return *this;  
}
```

Rješenje: ključna riječ `mutable`

```
class Racun {  
    ...  
    private:  
        mutable size_t br_transakcija = 0;  
    ...  
};
```

```
ostream &ispis(ostream &os, const Racun &r) {  
    os << r.id << " " << r.saldo << " "  
        << r.prekoracenje << " ("  
        << r.br_transakcija << ")";  
    return os;  
}
```

```
Racun a("1234", 0, 1050.12), b;  
a.dodaj(b);  
a.dodaj(100);  
ispis(cout, a) << endl;  
ispis(cout, b) << endl;
```

zad.cpp

//1234 96.02 -1575.18 (2)

// -3.98 -1327.23 (1)

Funkcija za ispis stanja računa

- mogli bismo (**no nećemo!**) dodati sljedeću funkciju za ispis stanja na račun:

```
class Racun {  
    ...  
    public:  
        void stanje() const;  
    ...  
};
```

```
void Racun::stanje() const {  
    cout << "Stanje (" << id << ") = "  
        << saldo << " EUR." << endl;  
}
```

- sada bi za `Racun a("abc");` mogli napraviti

`a.dodaj(100).stanje();` ✓

ali ne i (Zašto?)

`a.stanje().dodaj(100);` ✗

Popravak: Funkcija koja vraća *this

```
class Racun {  
    ...  
    public:  
        Racun& stanje() const;  
    ...  
};
```

```
Racun &Racun::stanje() const {  
    cout << "Stanje (" << id << ") = "  
        << saldo << " EUR." << endl;  
    return *this;  
}
```

- no, za `Racun a ("abc");` i dalje ne radi (Zašto?)

`a.stanje().dodaj(100);` X

Preopterećivanje pomoću `const`

- problem je što `const` verzija funkcije stanje vraća referencu na `const` (\Rightarrow na tome ne možemo pozvati funkciju `dodaj`)
- preopteretimo funkciju `dodaj` - `const` verzija za `const` objekte, a `nonconst` verzija bolje odgovara za `nonconst` objekte
- dodali parametar da možemo iskoristiti funkciju i za npr. ispis u datoteku, te pomoćnu funkciju (da ne ponavljamo kod)

```
class Racun {  
    ...  
    public:  
    ...  
    Racun& stanje(std::ostream &);  
    const Racun& stanje(std::ostream &) const;  
    private:  
    void ispis_stanja (std::ostream &os) const {  
        os << "Stanje (" << id << ") = "  
        << saldo << " EUR." << std::endl;  
    }  
    ...  
};
```

Preopterećivanje pomoću `const` (nastavak)

```
Racun &Racun::stanje(std::ostream &os) {  
    ispis_stanja(os);  
    return *this;  
}
```

```
const Racun &Racun::stanje(std::ostream &os) const  
{  
    ispis_stanja(os);  
    return *this;  
}
```

```
Racun a("abc");  
const Racun b("def", 10, 500);  
a.stanje(cout).dodaj(100).stanje(cout);  
b.stanje(cout);
```

- klasa koja će pamtit i korisnikov id (npr. OIB), ime, prezime i sve njegove račune
- dodamo u `Racuni.h`:

```
class Korisnik {  
    public:  
        Korisnik(const std::string &o, const  
                std::string &i, const std::string &p,  
                const Racun &r) : oib(o), ime(i),  
                                prezime(p) {  
                racuni.push_back(r);  
        }  
    private:  
        std::string oib, ime, prezime;  
        std::vector<Racun> racuni;  
};
```

Klasa Korisnik - funkcija za ispis računa korisnika

```
class Korisnik {  
    public:  
        Korisnik &info(std::ostream &os) {  
            os << "Racuni korisnika " << oib  
              << ":" << std::endl;  
            for(auto r : racuni)  
                r.ispis_stanja(os);    //!  
            return *this;  
        }  
        ...  
};
```

Problem: `info` treba pristup privatnim dijelovima klase `Racun`

Rješenje: klasa `Racun` odredi klasu `Korisnik` kao frienda

```
class Racun {  
    friend class Korisnik;  
    ...  
};
```

Primjer. U funkciji `main`:

```
Korisnik a("12345678", "John", "Doe", Racun("123"));  
a.info(cout);
```

Ispis:

```
Racuni korisnika 12345678:  
Stanje (123) = -3.98 EUR.
```

Funkcije članice kao frendovi

- uočimo da nam nije trebala cijela klasa `Korisnik` kao frend nego samo njena funkcija članica `info`
- prema tome je umjesto prethodnog u našem primjeru dovoljno:

```
class Racun {  
    friend Korisnik &Korisnik::info(std::ostream &);  
    ...  
};
```

- tu dolazi do problema pri kompajliranju - treba reorganizirati kod (npr. kompajler nailaskom na tu liniju ne zna da tek kasnije deklariramo `Korisnik`)

Reorganizacija koda

- klasa `Korisnik` treba znati da postoji `Racun`, a onda `Racun` kasnije dobije definiciju od `Korisnik` (definicije `Korisnik::Korisnik` i `Korisnik::info` prebacili u `Racun.cpp` → idući slajd):

```
class Racun;
```

```
class Korisnik {  
    public:  
        Korisnik(const std::string &, const std::string &,  
                const std::string &, const Racun &);  
        Korisnik &info(std::ostream &);  
        ...  
};  
  
class Racun {  
    friend Korisnik &Korisnik::info(std::ostream &);  
    ...  
};
```

Reorganizacija koda (nastavak)

```
Korisnik::Korisnik(const std::string &o, const
    std::string &i, const std::string &p,
    const Racun &r) : oib(o), ime(i), prezime(p)
{
    racuni.push_back(r);
}
```

```
Korisnik &Korisnik::info(std::ostream &os) {
    os << "Racuni korisnika " << oib
        << ":" << std::endl;
    for(auto r : racuni)
        r.ispis_stanja(os);
    return *this;
}
```


Dodavanje tečaja

- želimo ispisati ne samo stanje u EUR nego i u CHF - npr.

Stanje (123) = 1000 EUR (= 990 CHF).

- dopunimo klasu `Racun` i funkciju `Racun::ispis_stanja` (nju poziva funkcija `Racun::dodaj`)

```
class Racun {
    ...
private:
    valuta tecaj = 0.99;
    void ispis_stanja (std::ostream &os) const {
        os << "Stanje (" << id << ") = "
           << saldo << " EUR ( = " << saldo * tecaj
           << " CHF)." << std::endl;
    }
}
```

```
Racun a ("123", 1000, 1500);
a.stanje(cout);
```

Static članovi klase

- **Problem:** Ako se tečaj promijeni, treba promijeniti podatke u svim klasama.

⇒ tečaj pripada klasi, a ne pojedinom objektu klase!

```
class Racun {  
    ...  
    public:  
        static void postavi_tecaj(double);  
    ...  
    private:  
        static double tecaj;  
    ...  
}
```

Static članovi postoje izvan objekta

- objekti ne sadrže podatke koji se na njih odnose
- `static` funkcije članice ne dobivaju implicitno `this` pokazivač

Primjer.

```
static void postavi_tecaj(double) const;      X  
void Racun::postavi_tecaj(double t) {  
    tecaj = t;  
    id = "abc";      X  
}
```

Potrebne definicije

- za `static` podatke definicija izvan klase (samo jednom \Rightarrow zbog problema s linkerom u `Racun.cpp`)
- uočite: za funkciju nismo morali opet staviti riječ `static`

```
double Racun::tecaj = 0.99;
```

```
void Racun::postavi_tecaj(double t) {  
    tecaj = t;  
}
```

Primjer. U funkciji `main`:

```
Racun a, b;  
b.stanje(cout);  
Racun::postavi_tecaj(0.95);  
a.stanje(cout);  
a.postavi_tecaj(0.96);  
b.stanje(cout);
```