МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет

11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

UML и елементи објектно-оријентисаног програмирања у C++

Развој софтвера, Математички факултет

Никола Ајзенхамер

26. октобар 2020.

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Садржај

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Садржај

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

UML

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

UML

- Језик који служи за дефинисање стања, понашања и процеса у пројекту

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

UML

- Језик који служи за дефинисање стања, понашања и процеса у пројекту
- Идеја је да буде разумљив свим учесницима пројекта
  - Довољно дескриптиван за пројектанте
  - Довољно разумљив за програмере

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

UML

- Језик који служи за дефинисање стања, понашања и процеса у пројекту
- Идеја је да буде разумљив свим учесницима пројекта
  - Довољно дескриптиван за пројектанте
  - Довољно разумљив за програмере
- Уско повезан са објектно-оријентисаним техникама

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

UML — врсте дијаграма

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

UML — врсте дијаграма

- Структурни дијаграми
  - Описују елементе система и њихове односе

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

UML — врсте дијаграма

- Структурни дијаграми
  - Описују елементе система и њихове односе
- Дијаграми понашања
  - Описују процесе у систему

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

UML — врсте дијаграма

- Структурни дијаграми
  - Описују елементе система и њихове односе
- Дијаграми понашања
  - Описују процесе у систему
- Дијаграми интеракције
  - Описују начине на које се обавља комуникација између објеката

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Садржај

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

UML дијаграм класа

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

UML дијаграм класа

- Илуструје елементе статичког модела
  - Класе, њихов садржај и међусобне односе

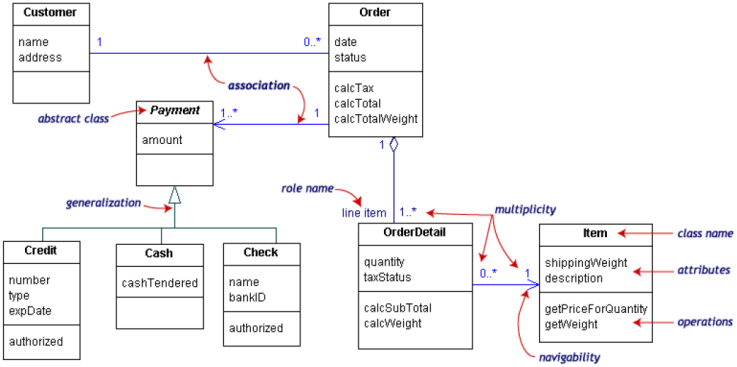
МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

UML дијаграм класа

- Илуструје елементе статичког модела
  - Класе, њихов садржај и међусобне односе
- Садржи:
  - Називе, атрибуте и методе класа, односе између класа (асоцијације) и специјализацију и генерализацију

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

UML дијаграм класа — пример

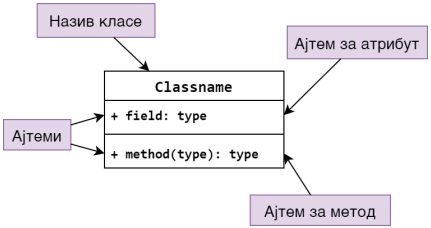


МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Садржај

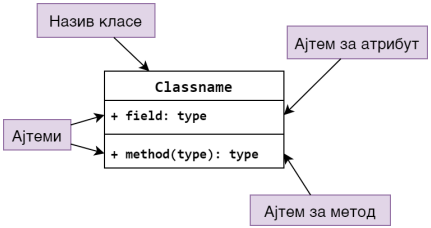
МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Класа



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

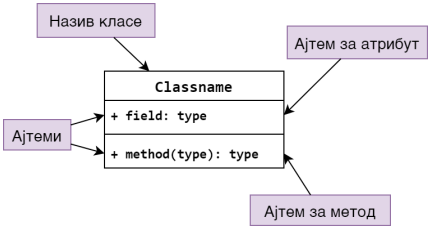
Класа



- Назив класе на дијаграму одговара називу класе у имплементацији

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

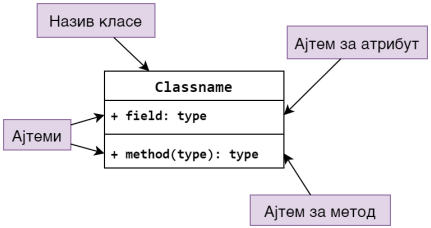
Класа



- Назив класе на дијаграму одговара називу класе у имплементацији
- Један ајтем описује један атрибут или метод

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

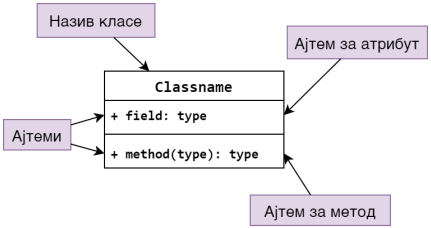
Класа



- Назив класе на дијаграму одговара називу класе у имплементацији
- Један ајтем описује један атрибут или метод
  - Модификатор приступа
    - + означава јавни приступ (`public`)
    - # означава заштићени приступ (`protected`)
    - − означава приватни приступ (`private`)

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

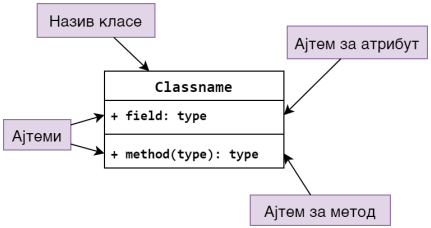
Класа



- Назив класе на дијаграму одговара називу класе у имплементацији
- Један ајтем описује један атрибут или метод
  - Модификатор приступа
    - + означава јавни приступ (`public`)
    - # означава заштићени приступ (`protected`)
    - − означава приватни приступ (`private`)
  - Назив атрибута или метода
    - Методи имају и листу параметара

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

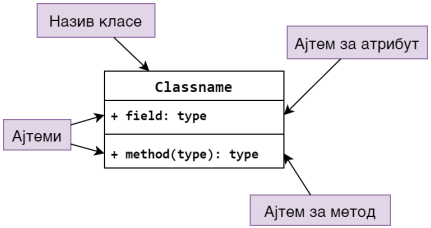
Класа



- Назив класе на дијаграму одговара називу класе у имплементацији
- Један ајтем описује један атрибут или метод
  - Модификатор приступа
    - + означава јавни приступ (`public`)
    - # означава заштићени приступ (`protected`)
    - − означава приватни приступ (`private`)
  - Назив атрибута или метода
    - Методи имају и листу параметара
  - Тип атрибута или повр. вред. метода

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Синтакса класе




```
class Classname
{
public:
    type field;
    type method(type arg) { /* ... */ }
};
```

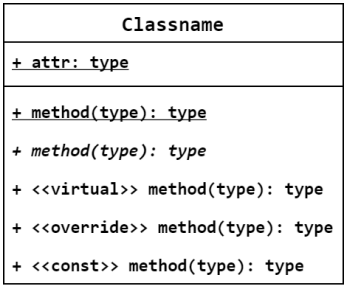
МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Класа — још неки елементи

Classname
+ attr: type
+ method(type): type *+ method(type): type* + <<virtual>> method(type): type + <<override>> method(type): type + <<const>> method(type): type

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

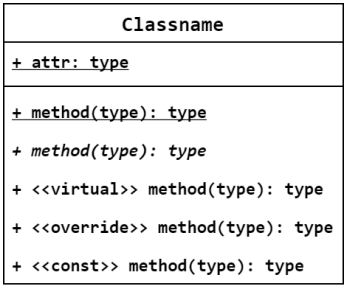
Класа — још неки елементи



- Подвучен ајтем $\leftrightarrow$ статичка *чланица* класе

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

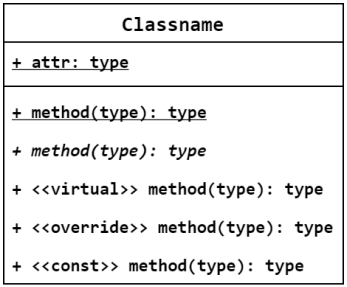
Класа — још неки елементи



- Подвучен ајтем ↔ статичка *чланица* класе
- Искошен ајтем ↔ апстрактан метод

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

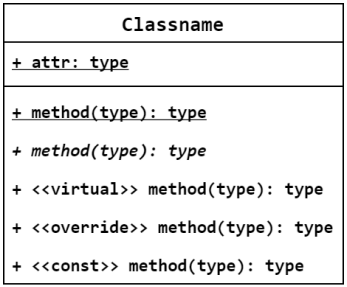
Класа — још неки елементи



- Подвучен ајтем ↔ статичка *чланица* класе
- Искошен ајтем ↔ апстрактан метод
- `<<virtual>>` ↔ виртуалан метод

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

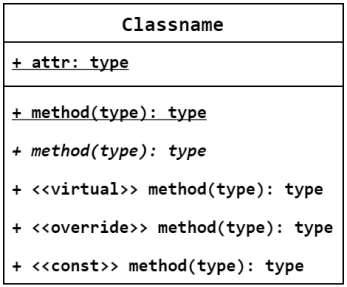
Класа — још неки елементи



- Подвучен ајтем ↔ статичка *чланица* класе
- Искошен ајтем ↔ апстрактан метод
- `<<virtual>>` ↔ виртуалан метод
- `<<override>>` ↔ метод који превазилази виртуални метод из хијерархије класа

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

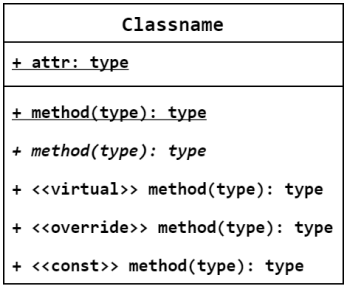
Класа — још неки елементи



- Подвучен ајтем ↔ статичка *чланица* класе
- Искошен ајтем ↔ апстрактан метод
- `<<virtual>>` ↔ виртуалан метод
- `<<override>>` ↔ метод који превазилази виртуални метод из хијерархије класа
- `<<const>>` ↔ константан метод

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

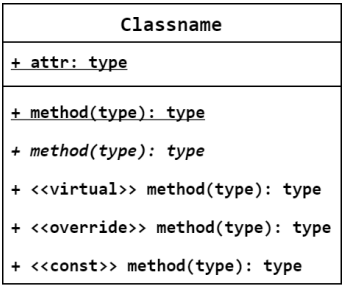
Класа — још неки елементи



- Подвучен ајтем ↔ статичка *чланица* класе
- Искошен ајтем ↔ апстрактан метод
- `<<virtual>>` ↔ виртуалан метод
- `<<override>>` ↔ метод који превазилази виртуални метод из хијерархије класа
- `<<const>>` ↔ константан метод
- Неке од ових елемената ћемо детаљно објаснити касније

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Синтакса класе — још неки елементи




```
class Classname
{
public:
    static type attr; // deklaracija

    static type method(type arg) { /* ... */ }
    type method(type arg) = 0;
    virtual type method(type arg) { /* ... */ }
    type method(type arg) override { /* ... */ }
    type method(type arg) const { /* ... */ }
};

type Classname::attr; // definicija (izvan klase)
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Напомене за још неке елементе класе

- Статички *атрибути* класа се наводе 2 пута:

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Напомене за још неке елементе класе

- Статички *атрибути* класа се наводе 2 пута:
  - Декларација у класи

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Напомене за још неке елементе класе

- Статички *атрибути* класа се наводе 2 пута:
  - Декларација у класи
  - Дефиниција ван класе (само 1 дефиниција сме да постоји)

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Напомене за још неке елементе класе

- Статички *атрибути* класа се наводе 2 пута:
  - Декларација у класи
  - Дефиниција ван класе (само 1 дефиниција сме да постоји)
- Неке елементе је могуће комбиновати у UML дијаграму класа због специфичности језика C++

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Напомене за још неке елементе класе

- Статички *атрибути* класа се наводе 2 пута:
  - Декларација у класи
  - Дефиниција ван класе (само 1 дефиниција сме да постоји)
- Неке елементе је могуће комбиновати у UML дијаграму класа због специфичности језика C++
  - На пример, могуће је да методи буду *виртуални* и *апстрактни* (такве методе зовемо *чисто виртуалним*)

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Напомене за још неке елементе класе

- Статички *атрибути* класа се наводе 2 пута:
  - Декларација у класи
  - Дефиниција ван класе (само 1 дефиниција сме да постоји)
- Неке елементе је могуће комбиновати у UML дијаграму класа због специфичности језика C++
  - На пример, могуће је да методи буду *виртуални* и *апстрактни* (такве методе зовемо *чисто виртуалним*)
  - Такви методи ће бити искошени *и* садржаће стереотип `<<virtual>>`

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Садржај

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Конструктори

Методи који се позивају приликом креирања нових објеката неке класе

Classname
...
+ Classname() + Classname(type1, type2) + Classname(const Classname &) + Classname(Classname &&)

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Конструктори

Методи који се позивају приликом креирања нових објеката неке класе

Classname
...
+ Classname() + Classname(type1, type2) + Classname(const Classname &) + Classname(Classname &&)

- Подразумевани конструктор

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Конструктори

Методи који се позивају приликом креирања нових објеката неке класе

Classname
...
+ Classname() + Classname(type1, type2) + Classname(const Classname &) + Classname(Classname &&)

- Подразумевани конструктор
  - Нема аргументе и има празно тело
  - Ако експлицитно не напишемо ниједан конструктор, компилатор аутоматски додаје подр. конс.

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Конструктори

Методи који се позивају приликом креирања нових објеката неке класе

Classname
...
+ Classname() + Classname(type1, type2) + Classname(const Classname &) + Classname(Classname &&)

- Подразумевани конструктор
  - Нема аргументе и има празно тело
  - Ако експлицитно не напишемо ниједан конструктор, компилатор аутоматски додаје подр. конс.
- (Остали) Конструктори

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Конструктори

Методи који се позивају приликом креирања нових објеката неке класе

Classname
...
+ Classname() + Classname(type1, type2) + Classname(const Classname &) + Classname(Classname &&)

- Подразумевани конструктор
  - Нема аргументе и има празно тело
  - Ако експлицитно не напишемо ниједан конструктор, компилатор аутоматски додаје подр. конс.
- (Остали) Конструктори
  - Дефинишемо их по потреби (спецификацији)
  - Имају произвољне аргументе и тела

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Конструктори

Методи који се позивају приликом креирања нових објеката неке класе

Classname
...
+ Classname() + Classname(type1, type2) + Classname(const Classname &) + Classname(Classname &&)

- Конструктор копије

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Конструктори

Методи који се позивају приликом креирања нових објеката неке класе

Classname
...
+ Classname() + Classname(type1, type2) + Classname(const Classname &) + Classname(Classname &&)

- Конструктор копије
  - Прихвата константну референцу на објекат на основу којег ће направити копију

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Конструктори

Методи који се позивају приликом креирања нових објеката неке класе

Classname
...
+ Classname() + Classname(type1, type2) + Classname(const Classname &) + Classname(Classname &&)

- Конструктор копије
  - Прихвата константну референцу на објекат на основу којег ће направити копију
- Конструктор померања

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Конструктори

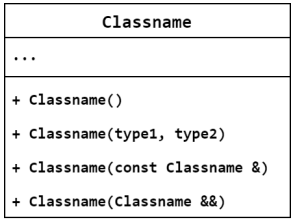
Методи који се позивају приликом креирања нових објеката неке класе

Classname
...
+ Classname() + Classname(type1, type2) + Classname(const Classname &) + Classname(Classname &&)

- Конструктор копије
  - Прихвата константну референцу на објекат на основу којег ће направити копију
- Конструктор померања
  - Прихвата дуплу референцу на објекат
  - Идеја је да се некако направи објекат тако да се избегне копирање (семантика померања)

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Синтакса конструктора




```
class Classname {
public:
    // Podrazumevani konstruktor
    Classname() = default;
    // Moze i ovako:
    // Classname() {}

    // (Ostali) Konstruktori
    Classname(type1 arg1, type2 arg2) { /* ... */ }

    // Konstruktor kopije
    Classname(const Classname &other) { /* ... */ }

    // Konstruktor pomeranja
    Classname(Classname &&other) noexcept { /* ... */ }
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Деструктори

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Деструктори

- Методи који се позивају када објектима истекне њихов животни век

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Деструктори

- Методи који се позивају када објектима истекне њихов животни век
- Корисни су када је неопходно да објекат класе *почисти* податке пре него што се уништи

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Деструктори

- Методи који се позивају када објектима истекне њихов животни век
- Корисни су када је неопходно да објекат класе *почисти* податке пре него што се уништи
- Синтакса:

```
class X
{
    ~X() { /* ... */ }
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефони: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Деструктори

- Методи који се позивају када објектима истекне њихов животни век
- Корисни су када је неопходно да објекат класе *почисти* податке пре него што се уништи
- Синтакса:

```
class X
{
    ~X() { /* ... */ }
};
```

- Не наводе се у UML дијаграму класа

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Садржај

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Оператори

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Оператори

- C++ класе могу имати операторе

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Оператори

- C++ класе могу имати операторе
- *Оператор* је функција која има предефинисано име (а то име често носи очекивано значење)

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Оператори

- C++ класе могу имати операторе
- *Оператор* је функција која има предефинисано име
  (а то име често носи очекивано значење)
  - На пример, ако имамо објекте `a` и `b` класе `X`,
    онда можемо дефинисати операторе који израчунавају вредности израза
    `a + b`, `a - b`, `--a`, `a < b`, `(double)a`, итд.

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Оператори

- C++ класе могу имати операторе
- *Оператор* је функција која има предефинисано име
  (а то име често носи очекивано значење)
  - На пример, ако имамо објекте `a` и `b` класе `X`,
    онда можемо дефинисати операторе који израчунавају вредности израза
    `a + b`, `a - b`, `--a`, `a < b`, `(double)a`, итд.
- Поред предефинисаних имена,
  C++ компилатор очекује специфичне потписе ових оператора

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Оператори

- C++ класе могу имати операторе
- *Оператор* је функција која има предефинисано име
  (а то име често носи очекивано значење)
  - На пример, ако имамо објекте `a` и `b` класе `X`,
    онда можемо дефинисати операторе који израчунавају вредности израза
    `a + b`, `a - b`, `--a`, `a < b`, `(double)a`, итд.
- Поред предефинисаних имена,
  C++ компилатор очекује специфичне потписе ових оператора
  - Оператор *сабирања* као метод класе: `X operator+(const X &b) const`
    позива се помоћу `a + b` или `a.operator+(b)`
  - Оператор *сабирања* као функција: `X operator+(const X &a, const X &b)`
    позива се помоћу `a + b` или `operator+(a, b)`

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пријатељи класа

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пријатељи класа

- Подразумевано, функције дефинисане ван класе `X` не могу приступати *сакривеним* пољима класе `X`

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пријатељи класа

- Подразумевано, функције дефинисане ван класе `X` не могу приступати *сакривеним* пољима класе `X`
- Ово понашање је могуће превазићи коришћењем концепта *пријатеља* класа. Пријатељи неке класе `X` могу бити:

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пријатељи класа

- Подразумевано, функције дефинисане ван класе `X` не могу приступати *сакривеним* пољима класе `X`
- Ово понашање је могуће превазићи коришћењем концепта *пријатеља* класа. Пријатељи неке класе `X` могу бити:
  - Функције
  - Методи неке друге класе `Y`
  - Цела класа `Y` (тј. сви методи класе `Y`)

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пријатељи класа

- Подразумевано, функције дефинисане ван класе `X` не могу приступати *сакривеним* пољима класе `X`
- Ово понашање је могуће превазићи коришћењем концепта *пријатеља* класа. Пријатељи неке класе `X` могу бити:
  - Функције
  - Методи неке друге класе `Y`
  - Цела класа `Y` (тј. сви методи класе `Y`)
- Синтакса: пријатељи класе `X` се наводе у дефиницији те класе:

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пријатељи класа

- Подразумевано, функције дефинисане ван класе `X` не могу приступати *сакривеним* пољима класе `X`
- Ово понашање је могуће превазићи коришћењем концепта *пријатеља* класа. Пријатељи неке класе `X` могу бити:
  - Функције
  - Методи неке друге класе `Y`
  - Цела класа `Y` (тј. сви методи класе `Y`)
- Синтакса: пријатељи класе `X` се наводе у дефиницији те класе:
  - Користи се кључна реч `friend`
  - Након ње следи декларација потписа функције, неких метода класе `Y` или класе `Y`

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пријатељи класа

- Подразумевано, функције дефинисане ван класе `X` не могу приступати *сакривеним* пољима класе `X`
- Ово понашање је могуће превазићи коришћењем концепта *пријатеља* класа. Пријатељи неке класе `X` могу бити:
  - Функције
  - Методи неке друге класе `Y`
  - Цела класа `Y` (тј. сви методи класе `Y`)
- Синтакса: пријатељи класе `X` се наводе у дефиницији те класе:
  - Користи се кључна реч `friend`
  - Након ње следи декларација потписа функције, неких метода класе `Y` или класе `Y`
- У UML дијаграмима се користи стереотип `<<friend>>`.

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Синтакса пријатеља класа

Примери пријатеља класе X:

```
class X
{
private:
    int m_hiddenValue;
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Синтакса пријатеља класа

Примери пријатеља класе `X`:

- Функција `f`

```
class X
{
private:
    int m_hiddenValue;

    friend void f(X &);
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Синтакса пријатеља класа

Примери пријатеља класе `X`:

- Функција `f`
- Метод `g` класе `Y`

```
class X
{
private:
    int m_hiddenValue;

    friend void f(X &);
    friend void Y::g(X &);
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Синтакса пријатеља класа

Примери пријатеља класе `X`:

- Функција `f`
- Метод `g` класе `Y`
- Класа `Y`

```
class X
{
private:
    int m_hiddenValue;

    friend void f(X &);
    friend void Y::g(X &);
    friend class Y;
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Синтакса пријатеља класа

Примери пријатеља класе `X`:

- Функција `f`
- Метод `g` класе `Y`
- Класа `Y`

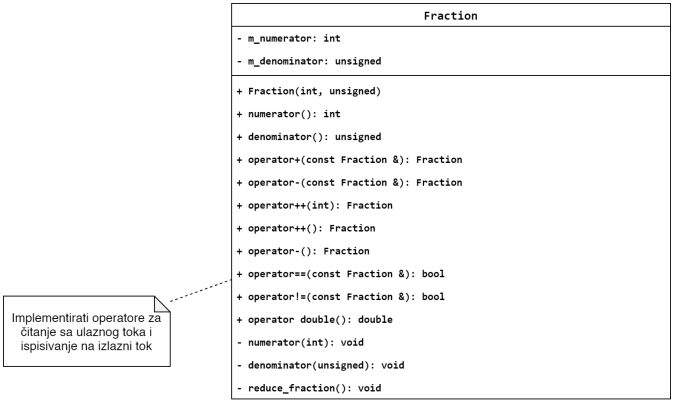
```
class X
{
private:
    int m_hiddenValue;

    friend void f(X &);
    friend void Y::g(X &);
    friend class Y;
};
```

Више о пријатељима класа на
`https://en.cppreference.com/w/cpp/language/friend`

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пример 1

Имплементирати класу која је описана наредним UML дијаграмом класа.



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пример 1 (наставак)

- Учитати разломак `r` са стандардног улаза.
  Тестирати имплементације израза `++r` и `r++`.
- Имплицитно и експлицитно конвертовати разломак `r` у број у покретном зарезу.
- Креирати израз $-(2/5 - 7/5)$ и исписати његову вредност на стандардни излаз.

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Садржај

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Асоцијације

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Асоцијације

- Представљају односе које постоје међу класама

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Асоцијације

- Представљају односе које постоје међу класама
- Особине

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Асоцијације

- Представљају односе које постоје међу класама
- Особине
  - Кардиналност

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефони: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Асоцијације

- Представљају односе које постоје међу класама
- Особине
  - Кардиналност
    - Ознаке `0`, `1`, `N` (број) и `*`

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Асоцијације

- Представљају односе које постоје међу класама
- Особине
  - Кардиналност
    - Ознаке `0`, `1`, `N` (број) и `*`
    - Ознака `DG...GG` (`DG` је доња граница, а `GG` је горња граница)

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Асоцијације

- Представљају односе које постоје међу класама
- Особине
  - Кардиналност
    - Ознаке `0`, `1`, `N` (број) и `*`
    - Ознака `DG...GG` (`DG` је доња граница, а `GG` је горња граница)
    - Примери: `0..1`, `0..*` или `*`, `1..*`, итд.

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Асоцијације

- Представљају односе које постоје међу класама
- Особине
  - Кардиналност
    - Ознаке `0`, `1`, `N` (број) и `*`
    - Ознака `DG...GG` (`DG` је доња граница, а `GG` је горња граница)
    - Примери: `0..1`, `0..*` или `*`, `1..*`, итд.
  - Усмерење

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Асоцијације

- Представљају односе које постоје међу класама
- Особине
  - Кардиналност
    - Ознаке `0`, `1`, `N` (број) и `*`
    - Ознака `DG...GG` (`DG` је доња граница, а `GG` је горња граница)
    - Примери: `0..1`, `0..*` или `*`, `1..*`, итд.
  - Усмерење
    - Једносмерна: само једна страна има информацију о другој (стрелица ка другој)

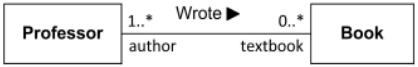
МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Асоцијације

- Представљају односе које постоје међу класама
- Особине
  - Кардиналност
    - Ознаке `0`, `1`, `N` (број) и `*`
    - Ознака `DG...GG` (`DG` је доња граница, а `GG` је горња граница)
    - Примери: `0..1`, `0..*` или `*`, `1..*`, итд.
  - Усмерење
    - Једносмерна: само једна страна има информацију о другој (стрелица ка другој)
    - Двосмерна: обе стране имају информацију о оној другој (линија без стрелица)

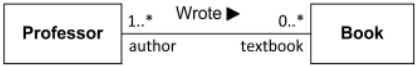
МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Асоцијација — пример



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

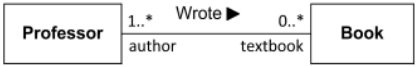
Асоцијација — пример



- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

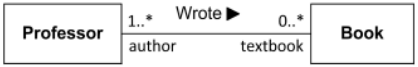
Асоцијација — пример



- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе
- Професор пише нула или више књига

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

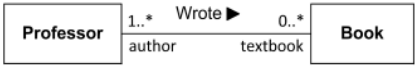
Асоцијација — пример



- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе
- Професор пише нула или више књига
  - Он учествује као *аутор* у овој вези

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

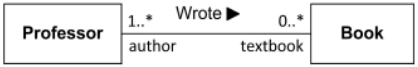
Асоцијација — пример



- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе
- Професор пише нула или више књига
  - Он учествује као *аутор* у овој вези
- Књигу пише 1 професор или више њих

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

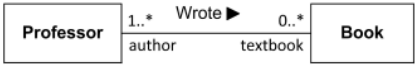
Асоцијација — пример



- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе
- Професор пише нула или више књига
  - Он учествује као *аутор* у овој вези
- Књигу пише 1 професор или више њих
  - Она учествује као *уџбеник* у овој вези

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

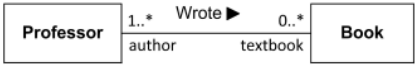
Асоцијација — пример имплементације



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

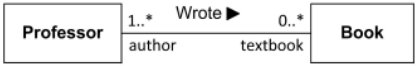
Асоцијација — пример имплементације

```
class Professor {
    std::vector<Book *> m_textbooks;
};
```



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Асоцијација — пример имплементације




```
class Professor {
    std::vector<Book *> m_textbooks;
};

class Book {
    std::vector<Professor *> m_authors;

public:
    Book(std::vector<Professor *> authors)
    : m_authors(authors)
    {
        if (authors.empty()) throw "Error!";
    }
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Агрегација

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Агрегација

- Представља однос *цео-део* између *композита* и неког његовог дела

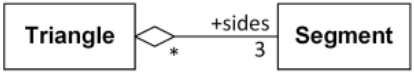
МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Агрегација

- Представља однос *цео-део* између *композита* и неког његовог дела
- Представља се линијом која:
  - На једном крају је празна (представља део)
  - На другом крају има празан ромб (композит којем припада део)

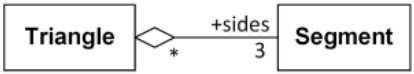
МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Агрегација — пример



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

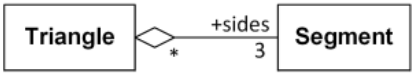
Агрегација — пример



- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

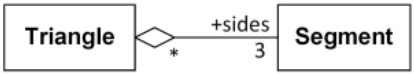
Агрегација — пример



- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе
- Троугао се састоји од тачно три дужи

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

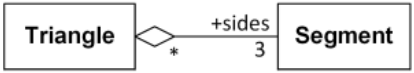
Агрегација — пример



- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе
- Троугао се састоји од тачно три дужи
- Дуж припада нула или више троуглова

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

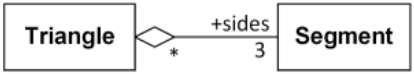
Агрегација — пример



- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе
- Троугао се састоји од тачно три дужи
- Дуж припада нула или више троуглова
  - Она учествује као *страница* у овој вези

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефони: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

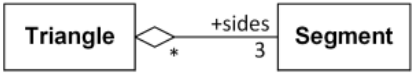
Агрегација — пример имплементације



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

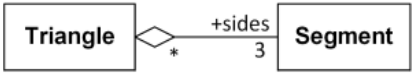
Агрегација — пример имплементације

```
class Triangle {
    Segment *m_a, *m_b, *m_c;
};
```



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Агрегација — пример имплементације




```
class Triangle {
    Segment *m_a, *m_b, *m_c;
};

class Segment {
    Triangle *m_triangle;

public:
    Segment(Triangle *triangle = nullptr)
    : m_triangle(triangle)
    {}
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Композиција

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Композиција

- Представља однос сличан агрегацији, али је однос *идентификујући*

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Композиција

- Представља однос сличан агрегацији, али је однос *идентификујући*
- Део целине може да се нађе у највише једном композиту

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Композиција

- Представља однос сличан агрегацији, али је однос *идентификујући*
- Део целине може да се нађе у највише једном композиту
- Представља се линијом која:
  - На једном крају је празна (представља део)
  - На другом крају има попуњен ромб (композит којем припада део)

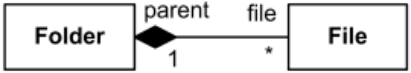
МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Композиција — пример

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

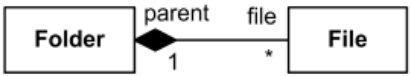
Композиција — пример

- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Композиција — пример



- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе
- Директоријум може да садржи нула или више датотека

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Композиција — пример

- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе
- Директоријум може да садржи нула или више датотека
  - Он учествује као *родитељ* у овој вези

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Композиција — пример

- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе
- Директоријум може да садржи нула или више датотека
  - Он учествује као *родитељ* у овој вези
- Датотека припада тачно једном директоријуму

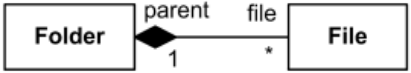
МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Композиција — пример

- Двосмерна веза са кардиналностима означеним на крајевима везе
- Директоријум може да садржи нула или више датотека
  - Он учествује као *родитељ* у овој вези
- Датотека припада тачно једном директоријуму
  - Она учествује као *датотека* у овој вези

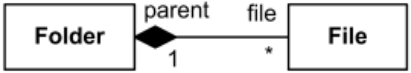
МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефони: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Композиција — пример имплементације



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

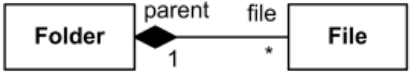
Композиција — пример имплементације




```
class File {
    Folder *m_parent;

public:
    File(Folder *parent)
    : m_parent(parent)
    {}
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

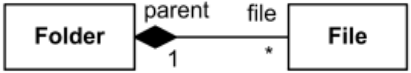
Композиција — пример имплементације




```
class File {
    Folder *m_parent;

public:
    File(Folder *parent)
    : m_parent(parent)
    {}
};

class Folder {
    std::vector<File *> m_files;

public:
    ~Folder()
    { for (auto f : m_files) delete f; }
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Композиција — пример имплементације *унутрашњом класом*

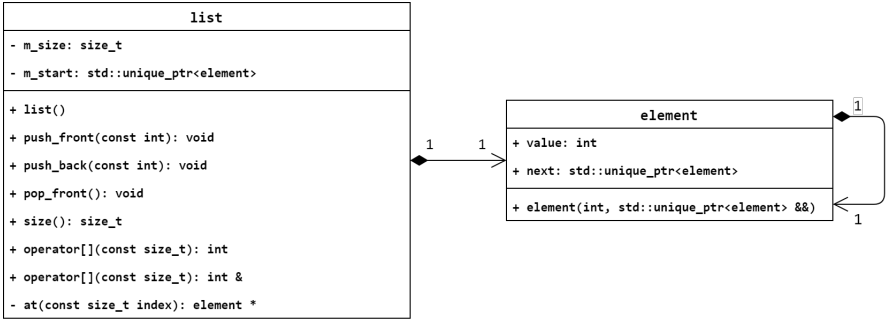



```
class Folder {
    class File {
        Folder *m_parent;

    public:
        File(Folder *parent)
        : m_parent(parent)
        {}
    };

    std::vector<File *> m_files;

public:
    ~Folder()
    { for (auto f : m_files) delete f; }
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пример 2

Имплементирати класе које су описане наредним UML дијаграмом класа.



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пример 2 (наставак)

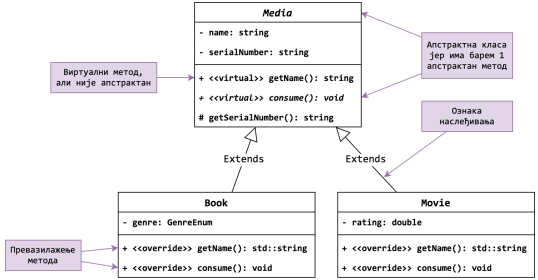
- Направити листу `xs`. Додати јој бројеве 3, 4 и 5. Затим, додати бројеве 2, 1 и 0 на почетак те листе. Исписати листу на стандардни излаз. Избацити први елемент из листе, па је поново исписати.
- Направити листу `ys` која има исте бројеве као `xs`. Исписати обе листе.
- Направити листу `zs` која има исте бројеве као `ys` (без копирања). Исписати обе листе.
- Креирати празне листе `as` и `bs`. Копирати податке из листе `xs` у листу `as`, а померити податке из листе `zs` у листу `bs`. Исписати листе `xs`, `as`, `zs` и `bs`.

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Садржај

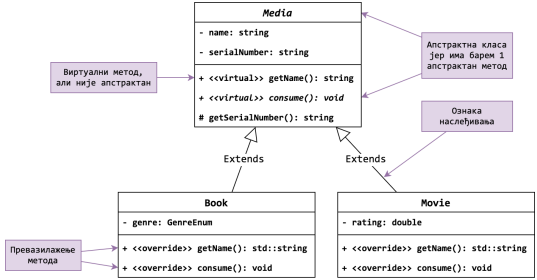
МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Наслеђивање



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

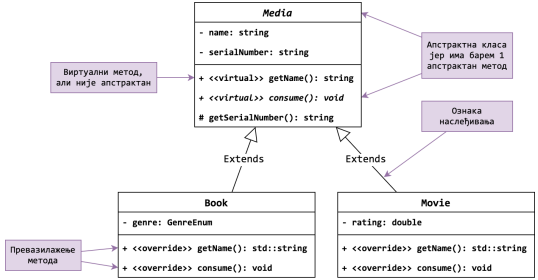
Наслеђивање



- Наслеђивањем се класе организују у *хијерархију класа*

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

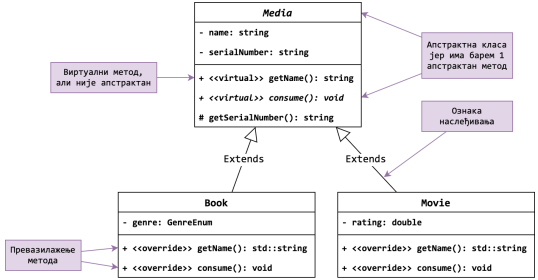
Наслеђивање



- Наслеђивањем се класе организују у *хијерархију класа*
  - Класа `Media` представља *базну класу* или *натклasу*

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

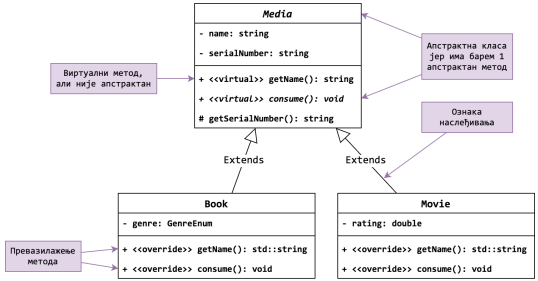
Наслеђивање



- Наслеђивањем се класе организују у *хијерархију класа*
  - Класа `Media` представља *базну класу* ili *натклasu*
  - Класе `Book` и `Movie` су *изведене класе* или *поткласе*

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

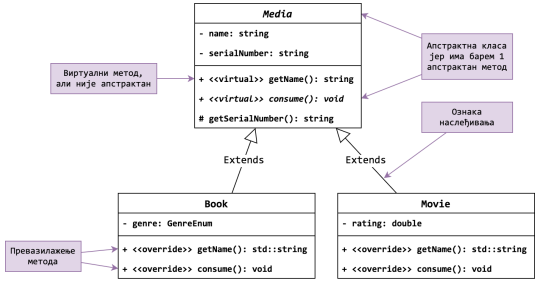
Наслеђивање



- Наслеђивањем се класе организују у *хијерархију класа*
  - Класа `Media` представља *базну класу* ili *натклasу*
  - Класе `Book` и `Movie` су *изведене класе* или *поткласе*
- Наслеђивање се означава линијом са празном стрелицом у смеру од поткласе ка натклаcи и ознаком `Extends`

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

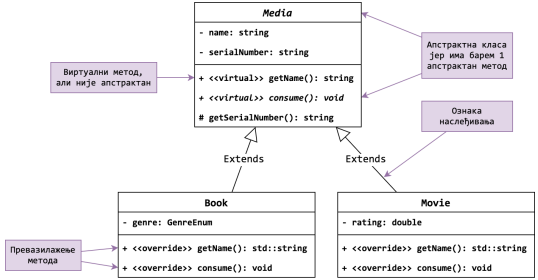
Синтакса наслеђивања




```
class Media
{
public:
    virtual ~Media() { /* ... */ }

    /* ... */
};

class Book : public Media
{ /* ... */ };

class Movie : Media
{ /* ... */ };
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

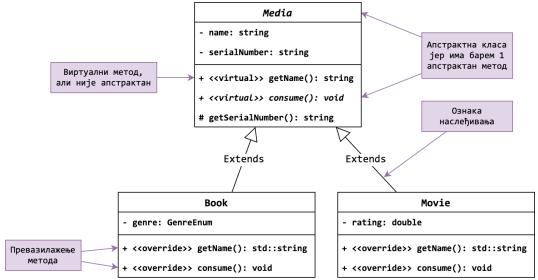
Хијерархијски полиморфизам



- Могуће је дефинисати понашање метода у наткласи на један начин, а затим *превазићи* то понашање у поткласи

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

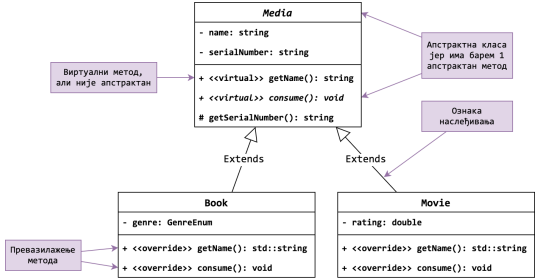
Хијерархијски полиморфизам



- Могуће је дефинисати понашање метода у наткласи на један начин, а затим *превазићи* то понашање у поткласи
- Овакви методи су *виртуални*

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

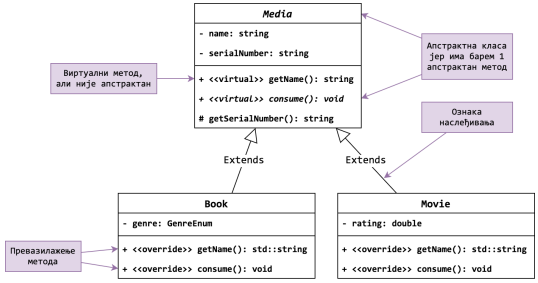
Хијерархијски полиморфизам



- Могуће је дефинисати понашање метода у наткласи на један начин, а затим *превазићи* то понашање у поткласи
- Овакви методи су *виртуални*
- Са друге стране, ако некој поткласи одговара понашање из базне класе, она га подразумевано добија наслеђивањем (осим ако није приватан метод)

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

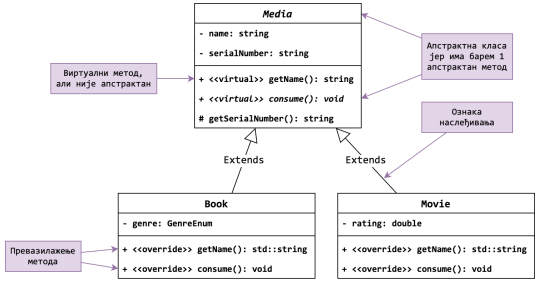
Синтакса виртуалних метода




```
class Media
{
public:
    virtual ~Media() { /* ... */ }
    virtual void consume()
    { /* ponasanje 1 */ }

    /* ... */
};

class Book : public Media
{
public:
    void consume() override
    { /* ponasanje 2 */ }
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

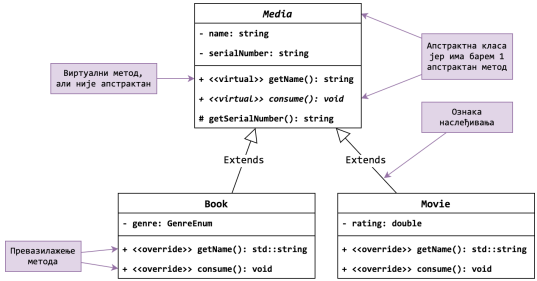
Хијерархијски полиморфизам



- Шта ако базна класа одложи дефиницију метода потклasama?

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

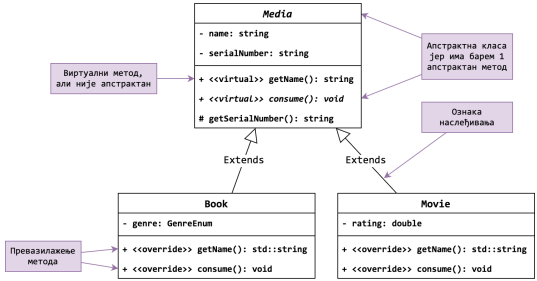
Хијерархијски полиморфизам



- Шта ако базна класа одложи дефиницију метода потклasama?
- *Апстрактни* методи су они методи који немају дефинисано тело

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

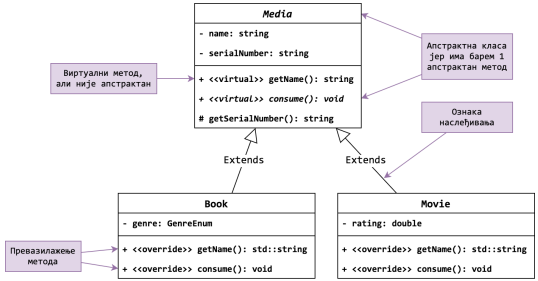
Хијерархијски полиморфизам



- Шта ако базна класа одложи дефиницију метода потклasama?
- *Апстрактни* методи су они методи који немају дефинисано тело
- Они морају бити имплементирани на сваком путу од корена до листова

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

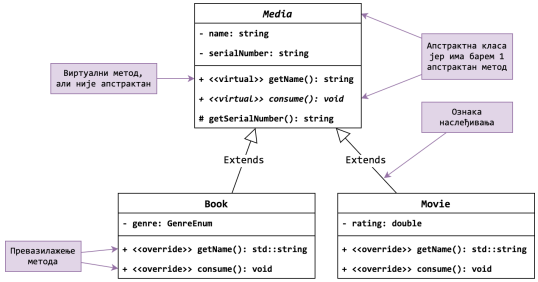
Хијерархијски полиморфизам



- Шта ако базна класа одложи дефиницију метода поткласама?
- *Апстрактни* методи су они методи који немају дефинисано тело
- Они морају бити имплементирани на сваком путу од корена до листова
- Да би морали да се имплементирају и поткласи, видели смо да морају бити *виртуални* у наткласи

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

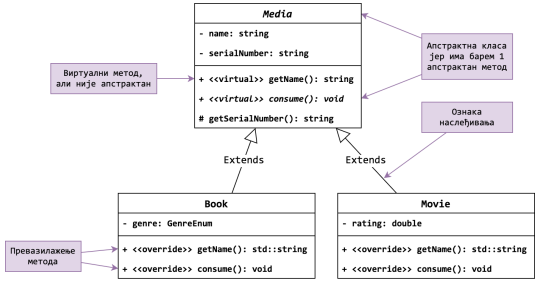
Хијерархијски полиморфизам



- Шта ако базна класа одложи дефиницију метода поткласама?
- *Апстрактни* методи су они методи који немају дефинисано тело
- Они морају бити имплементирани на сваком путу од корена до листова
- Да би морали да се имплементирају и поткласи, видели смо да морају бити *виртуални* у наткласи
- Овако настају *чисто виртуални* методи

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Синтакса чисто виртуалних метода




```
class Media
{
public:
    virtual ~Media() { /* ... */ }
    virtual void consume() = 0;

    /* ... */
};

class Book : public Media
{
public:
    void consume() override { /* ... */ }
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефони: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Зашто хијерархијски полиморфизам?

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Зашто хијерархијски полиморфизам?

- Претпоставимо да желимо да чувамо произвољан број медија, али да не знамо унапред колико ће их бити нити којег ће типа бити. Такође, нека имамо потребу за конзумирањем свих медија

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Зашто хијерархијски полиморфизам?

- Претпоставимо да желимо да чувамо произвољан број медија, али да не знамо унапред колико ће их бити нити којег ће типа бити. Такође, нека имамо потребу за конзумирањем свих медија
- Можемо користити 2 колекције: једну за књиге, другу за филмове.

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Зашто хијерархијски полиморфизам?

- Претпоставимо да желимо да чувамо произвољан број медија, али да не знамо унапред колико ће их бити нити којег ће типа бити. Такође, нека имамо потребу за конзумирањем свих медија
- Можемо користити 2 колекције: једну за књиге, другу за филмове.
  - Конзумирање свих медија се своди на пролажење кроз обе колекције и позивање метода `consume()` из одговарајуће поткласе.

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Зашто хијерархијски полиморфизам?

- Претпоставимо да желимо да чувамо произвољан број медија, али да не знамо унапред колико ће их бити нити којег ће типа бити. Такође, нека имамо потребу за конзумирањем свих медија
- Можемо користити 2 колекције: једну за књиге, другу за филмове.
  - Конзумирање свих медија се своди на пролажење кроз обе колекције и позивање метода `consume()` из одговарајуће поткласе.
  - У овој ситуацији нема ни потребе за виртуалним методима

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Зашто хијерархијски полиморфизам?

- Претпоставимо да желимо да чувамо произвољан број медија, али да не знамо унапред колико ће их бити нити којег ће типа бити. Такође, нека имамо потребу за конзумирањем свих медија
- Можемо користити 2 колекције: једну за књиге, другу за филмове.
  - Конзумирање свих медија се своди на пролажење кроз обе колекције и позивање метода `consume()` из одговарајуће поткласе.
  - У овој ситуацији нема ни потребе за виртуалним методима
- Шта ако имамо 100 врста медија (поткласа)?

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Зашто хијерархијски полиморфизам?

- Уместо чувања 100 колекција (за сваку потклasу по једну),
  можемо чувати једну колекцију са објектима типа натклaсе `Media` (опрез!)

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Зашто хијерархијски полиморфизам?

- Уместо чувања 100 колекција (за сваку потклasу по једну),
  можемо чувати једну колекцију са објектима типа наткласе `Media` (опрез!)
- С обзиром да је метод `consume()` (чисто) виртуалан,
  да ли компилатор зна тачно који метод треба позвати?

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Зашто хијерархијски полиморфизам?

- Уместо чувања 100 колекција (за сваку потклasу по једну),
  можемо чувати једну колекцију са објектима типа наткласе `Media` (опрез!)
- С обзиром да је метод `consume()` (чисто) виртуалан,
  да ли компилатор зна тачно који метод треба позвати?
  - Испоставља се да компилатор може да зна...

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Зашто хијерархијски полиморфизам?

- Уместо чувања 100 колекција (за сваку потклasу по једну),
  можемо чувати једну колекцију са објектима типа натклace `Media` (опрез!)
- С обзиром да је метод `consume()` (чисто) виртуалан,
  да ли компилатор зна тачно који метод треба позвати?
  - Испоставља се да компилатор може да зна...
  - ...али само ако колекција чува показиваче!!!

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Илустрација неисправне примене хијерархијског полиморфизма

```
class Media {
public:
    virtual ~Media() = default;
    virtual void consume()
    { std::cout << "Media\n"; }
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Илустрација неисправне примене хијерархијског полиморфизма

```
class Media {
public:
    virtual ~Media() = default;
    virtual void consume()
    { std::cout << "Media\n"; }
};

class Book : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Book\n"; }
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Илустрација неисправне примене хијерархијског полиморфизма

```
class Media {
public:
    virtual ~Media() = default;
    virtual void consume()
    { std::cout << "Media\n"; }
};

class Book : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Book\n"; }
};
class Movie : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Movie\n"; }
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Илустрација неисправне примене хијерархијског полиморфизма

```
class Media {
public:
    virtual ~Media() = default;
    virtual void consume()
    { std::cout << "Media\n"; }
};

class Book : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Book\n"; }
};
class Movie : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Movie\n"; }
};
```

```
// Vektor objekata
std::vector<Media> medias{
    Book(), Movie()
};

for (auto media : medias) {
    media.consume();
}

// Izlaz:
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Илустрација неисправне примене хијерархијског полиморфизма

```
class Media {
public:
    virtual ~Media() = default;
    virtual void consume()
    { std::cout << "Media\n"; }
};

class Book : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Book\n"; }
};
class Movie : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Movie\n"; }
};
```

```
// Vektor objekata
std::vector<Media> medias{
    Book(), Movie()
};

for (auto media : medias) {
    media.consume();
}

// Izlaz:
// Media
// Media
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Илустрација неисправне примене хијерархијског полиморфизма

```
class Media {
public:
    virtual ~Media() = default;
    virtual void consume()
    { std::cout << "Media\n"; }
};

class Book : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Book\n"; }
};
class Movie : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Movie\n"; }
};
```

```
// Vektor objekata
std::vector<Media> medias{
    Book(), Movie()
};

for (auto media : medias) {
    media.consume();
}

// Izlaz:
// Media
// Media
```

- Ova pojava se naziva *odsecanje*

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Илустрација исправне примене хијерархијског полиморфизма

```
class Media {
public:
    virtual ~Media() = default;
    virtual void consume()
    { std::cout << "Media\n"; }
};

class Book : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Book\n"; }
};
class Movie : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Movie\n"; }
};
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Илустрација исправне примене хијерархијског полиморфизма

```
class Media {
public:
    virtual ~Media() = default;
    virtual void consume()
    { std::cout << "Media\n"; }
};

class Book : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Book\n"; }
};
class Movie : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Movie\n"; }
};
```

```
// Vektor pokazivaca na objekte
std::vector<Media *> medias{
    new Book(), new Movie()
};

for (auto media : medias) {
    media->consume();
}

// Izlaz:
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Илустрација исправне примене хијерархијског полиморфизма

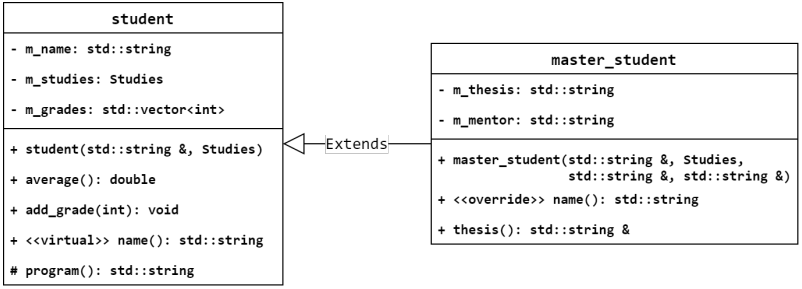
```
class Media {
public:
    virtual ~Media() = default;
    virtual void consume()
    { std::cout << "Media\n"; }
};

class Book : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Book\n"; }
};
class Movie : public Media {
public:
    void consume() override
    { std::cout << "Movie\n"; }
};
```

```
// Vektor pokazivaca na objekte
std::vector<Media *> medias{
    new Book(), new Movie()
};

for (auto media : medias) {
    media->consume();
}

// Izlaz:
// Book
// Movie
```

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пример 3

Имплементирати класе које су описане наредним UML дијаграмом класа.



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

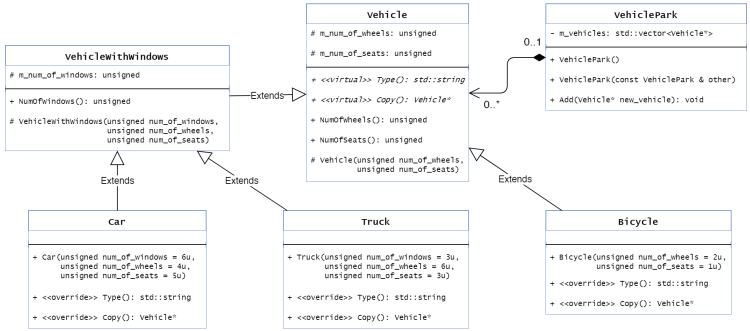
Пример 3 (наставак)

- Креирати енумератор `Studies` који садржи вредности `Mathematics`, `Informatics` и `AstronomyAndAstrophysics`.
- Студенти се представљају њиховим именом и називом смера у заградама. Мастер студенти, поред тога, имају и ознаку `MSC`.
- Креирати студента Петра Петровића на смеру математика који има оцене 8, 9, 8 и 9 и приказати његово представљање и просек.
- Креирати мастер студента Јанка Јанковића на смеру информатика који има оцене 9, 10 и 9, чија је мастер теза „Програмски језик C++” са ментором Мирком Мирковићем и приказати његово представљање и просек.

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пример 4

Имплементирати класе које су описане наредним UML дијаграмом класа.



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пример 4 (наставак)

- Креирати објекте `a`, `k`, `b` и `v` који представљају аутомобил, камион, бицикло и камион, редом. Исписати их на стандардни излаз.
- Креирати возни парк `vp` који садржи: копије објеката `a` и `k`, нови аутомобил и нови бицикл са 4 точка и 2 седишта. Исписати возни парк `vp`.
- Креирати возни парк `vp2` који представља копију возног парка `vp`, па му додати још један камион. Исписати возне паркове `vp` и `vp2`.

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Вишеструко наслеђивање

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Вишеструко наслеђивање

- У језику C++ не постоји концепт *интерфејса* и његове *имплементације* као у неким другим програмским језицима (Java, C#, TypeScript, ...)

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Вишеструко наслеђивање

- У језику C++ не постоји концепт *интерфејса* и његове *имплементације* као у неким другим програмским језицима (Java, C#, TypeScript, ...)
- Због тога не постоји ни ограничење у погледу броја класа које нека класа може да наследи

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Вишеструко наслеђивање

- У језику C++ не постоји концепт *интерфејса* и његове *имплементације* као у неким другим програмским језицима (Java, C#, TypeScript, ...)
- Због тога не постоји ни ограничење у погледу броја класа које нека класа може да наследи
- Овај концепт се назива *вишеструко наслеђивање*

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Синтакса вишеструког наслеђивања

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Синтакса вишеструког наслеђивања

- Нека је потребно да класа `A`

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Синтакса вишеструког наслеђивања

- Нека је потребно да класа `A`
  - Јавно наследи класу `B`
  - Заштићено наследи класу `C`
  - Приватно наследи класу `D`

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

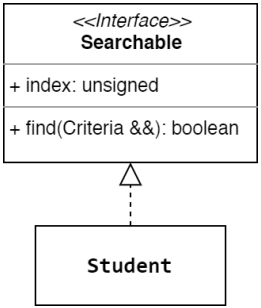
Синтакса вишеструког наслеђивања

- Нека је потребно да класа `A`
  - Јавно наследи класу `B`
  - Заштићено наследи класу `C`
  - Приватно наследи класу `D`
- Ово можемо имплементирати на следећи начин:

```
class A : public B, protected C, D
{
    /* ... */
};
```

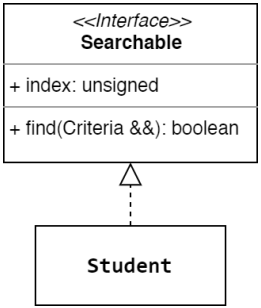
МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Интерфејси и имплементација у UML дијаграму класа



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

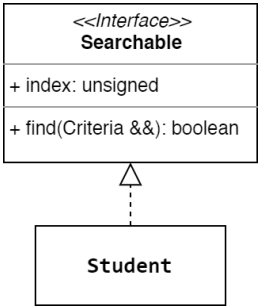
Интерфејси и имплементација у UML дијаграму класа



- Интерфејси се представљају попут класа, са разликом да садрже стереотип <<Interface>>

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Интерфејси и имплементација у UML дијаграму класа



- Интерфејси се представљају попут класа, са разликом да садрже стереотип <<Interface>>
- Имплементација интерфејса се означава испрекиданом линијом са празном стрелицом у смеру интерфејса који класа имплементира

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Вишеструко наслеђивање у UML дијаграму класа

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Вишеструко наслеђивање у UML дијаграму класа

- Како ћемо користити интерфејсе и имплементацију на дијаграмима ако они не постоје у језику C++?

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Вишеструко наслеђивање у UML дијаграму класа

- Како ћемо користити интерфејсе и имплементацију на дијаграмима ако они не постоје у језику C++?
- Правићемо се да постоје
  - За сваки интерфејс ћемо имплементирати по једну класу
  - За сваку имплементацију ћемо користити по једно наслеђивање

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

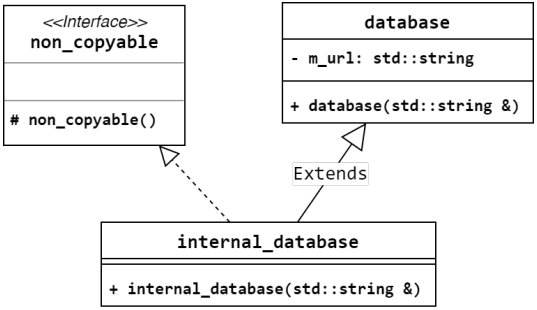
Вишеструко наслеђивање у UML дијаграму класа

- Како ћемо користити интерфејсе и имплементацију на дијаграмима ако они не постоје у језику C++?
- Правићемо се да постоје
  - За сваки интерфејс ћемо имплементирати по једну класу
  - За сваку имплементацију ћемо користити по једно наслеђивање
- Увек постоји алтернатива: користимо искључиво ознаке за класе и наслеђивање

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пример 5

Имплементирати класе које су описане наредним UML дијаграмом класа.



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

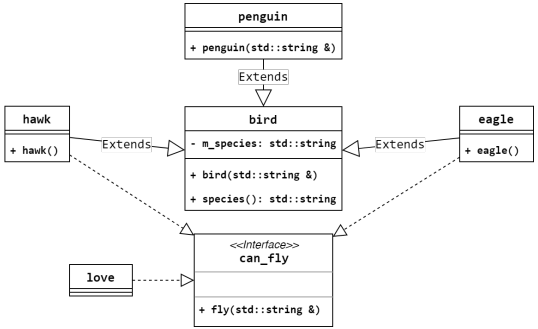
Пример 5 (наставак)

- Користити RAII механизам у класи `database` за креирање конекције на БП (довољно је исписати у терминалу повезивање и раскидање конекције).
- Омогућити да се некопијабилна конекција на СУБП увек конектује на СУБП који је подигнут на адреси `http://localhost/mydb`.
- Креирати обичну конекцију на СУБП који је подигнут на адреси `http://sql.matf.bg.ac.rs/`.
  Објаснити шта се дешава када се направи копија овог објекта.
- Креирати некопијабилну конекцију на СУБП. Истражити грешку коју компилатор пријављује уколико покушамо да направимо копију овог објекта.
- Шта се дешава након што програм заврши са радом?
  Објаснити понашање које је примећено.

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пример 6

Имплементирати класе које су описане наредним UML дијаграмом класа.



МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пример 6 (наставак)

- Метод `fly()` исписује на стандардни излаз поруку о томе да аргумент који му се прослеђује је у ваздуху.
  Птице које могу да лете ће овом методу прослеђивати њихову врсту.
- Како класе `hawk`, `eagle` и `penguin` иницијализују своју врсту (`m_species`)?
- Креирати објекте `h`, `e` и `p` који представљају редом сокола, орла и пингвина. Демонстрирати да соко и орао могу да лете, а да пингвин не може да лети.
- Креирати објекат `l` који представља љубав. Може ли љубав да лети?

МАТФ
Универзитет у Београду
Математички факултет
11001 БЕОГРАД
Студентски трг 16
П.П. 550
Телефон: 011 20 27 801
Факс: 011 26 30 151
matf@matf.bg.ac.rs
www.matf.bg.ac.rs

Пример 6 (наставак)

- Овај пример илуструје моделирање пословног домена у терминима ограничења која интерфејси постављају (нпр. „летети”), а затим имплементирањем (нпр. „соко”) или неимплементирањем (нпр. „пингвин”) тих интерфејса.
- Размислити зашто ова могућност може бити корисна у развоју софтвера.