

От записи към класове (преговор с разширение)

Трифон Трифонов

Обектно-ориентирано програмиране,
спец. Компютърни науки, 1 поток,
2018/19 г.

20–27 февруари 2019 г.

Абстракция със структури от данни

- Създаване на нови типове данни чрез групиране на съществуващи типове данни в запис (`struct`)

Абстракция със структури от данни

- Създаване на нови типове данни чрез групиране на съществуващи типове данни в запис (`struct`)
- Полетата на записа ще наричаме член-данни

Абстракция със структури от данни

- Създаване на нови типове данни чрез групиране на съществуващи типове данни в запис (`struct`)
- Полетата на записа ще наричаме член-данни
- Създаваме операции, които работят върху член-данните

Абстракция със структури от данни

- Създаване на нови типове данни чрез групиране на съществуващи типове данни в запис (`struct`)
- Полетата на записа ще наричаме член-данни
- Създаваме операции, които работят върху член-данните
 - операциите “знаят” как е представен обекта

Абстракция със структури от данни

- Създаване на нови типове данни чрез групиране на съществуващи типове данни в запис (`struct`)
- Полетата на записа ще наричаме член-данни
- Създаваме операции, които работят върху член-данните
 - операциите “знаят” как е представен обекта
- Външните функции, които използват новия тип, работят с него чрез операциите

Абстракция със структури от данни

- Създаване на нови типове данни чрез групиране на съществуващи типове данни в запис (`struct`)
- Полетата на записа ще наричаме член-данни
- Създаваме операции, които работят върху член-данните
 - операциите “знаят” как е представен обекта
- Външните функции, които използват новия тип, работят с него чрез операциите
 - външните функции “не знаят” как е представен обекта

Пример: тип “рационално число”

- **Логическо описание:** обикновена дроб

Пример: тип “рационално число”

- **Логическо описание:** обикновена дроб
- **Физическо представяне:** запис с числител и знаменател

Пример: тип “рационално число”

- **Логическо описание:** обикновена дроб
- **Физическо представяне:** запис с числител и знаменател
- **Базови операции:**
 - конструиране на рационално число
 - получаване на числител
 - получаване на знаменател

Пример: тип “рационално число”

- **Логическо описание:** обикновена дроб
- **Физическо представяне:** запис с числител и знаменател
- **Базови операции:**
 - конструиране на рационално число
 - получаване на числител
 - получаване на знаменател
- **Аритметични операции:**
 - събиране, изваждане
 - умножение, деление
 - сравнение

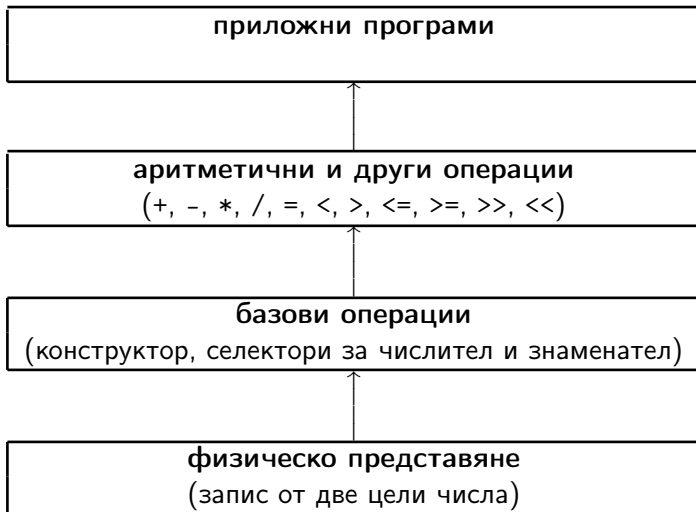
Пример: тип “рационално число”

- **Логическо описание:** обикновена дроб
- **Физическо представяне:** запис с числител и знаменател
- **Базови операции:**
 - конструиране на рационално число
 - получаване на числител
 - получаване на знаменател
- **Аритметични операции:**
 - събиране, изваждане
 - умножение, деление
 - сравнение
- **Други операции:**
 - въвеждане
 - извеждане
 - преобразуване до число с плаваща запетая

Пример: тип “рационално число”

- **Логическо описание:** обикновена дроб
- **Физическо представяне:** запис с числител и знаменател
- **Базови операции:**
 - конструиране на рационално число
 - получаване на числител
 - получаване на знаменател
- **Аритметични операции:**
 - събиране, изваждане
 - умножение, деление
 - сравнение
- **Други операции:**
 - въвеждане
 - извеждане
 - преобразуване до число с плаваща запетая
- **Приложни програми**

Нива на абстракция



Ниво 0: представяне на рационално число

```
struct Rational {  
    int numer, denom;  
};
```

Ниво 0: представяне на рационално число

```
struct Rational {  
    int numer, denom;  
};
```

- `numer` представя числителя на рационалното число
- `denom` представя знаменателя на рационалното число
- `numer` и `denom` са **член-данни** на новия тип данни `Rational`

Ниво 1: Конструктори

- Конструкторите са функции, които инициализират член-данните

Ниво 1: Конструктори

- Конструкторите са функции, които инициализират член-данните
- Конструкторите са “вътрешни функции” (**член-функции, методи**)

Ниво 1: Конструктори

- Конструкторите са функции, които инициализират член-данните
- Конструкторите са “вътрешни функции” (**член-функции, методи**)
- Конструкторите имат същото име като типа данни, който конструират

Ниво 1: Конструктори

- Конструкторите са функции, които инициализират член-данните
- Конструкторите са “вътрешни функции” (**член-функции, методи**)
- Конструкторите имат същото име като типа данни, който конструират
- Конструкторите винаги връщат типа данни, който конструират

Ниво 1: Конструктори

- Конструкторите са функции, които инициализират член-данните
- Конструкторите са “вътрешни функции” (**член-функции, методи**)
- Конструкторите имат същото име като типа данни, който конструират
- Конструкторите винаги връщат типа данни, който конструират
 - затова тип на резултата не се указва изрично

Ниво 1: Конструктори

- Конструкторите са функции, които инициализират член-данните
- Конструкторите са “вътрешни функции” (**член-функции, методи**)
- Конструкторите имат същото име като типа данни, който конструират
- Конструкторите винаги връщат типа данни, който конструират
 - затова тип на резултата не се указва изрично
- Конструктор по подразбиране (`Rational()`)

Ниво 1: Конструктори

- Конструкторите са функции, които инициализират член-данните
- Конструкторите са “вътрешни функции” (**член-функции, методи**)
- Конструкторите имат същото име като типа данни, който конструират
- Конструкторите винаги връщат типа данни, който конструират
 - затова тип на резултата не се указва изрично
- Конструктор по подразбиране (`Rational()`)
 - Използва се при дефиниране без изрична инициализация

Ниво 1: Конструктори

- Конструкторите са функции, които инициализират член-данните
- Конструкторите са “вътрешни функции” (**член-функции, методи**)
- Конструкторите имат същото име като типа данни, който конструират
- Конструкторите винаги връщат типа данни, който конструират
 - затова тип на резултата не се указва изрично
- Конструктор по подразбиране (`Rational()`)
 - Използва се при дефиниране без изрична инициализация
 - `Rational r;`

Ниво 1: Конструктори

- Конструкторите са функции, които инициализират член-данните
- Конструкторите са “вътрешни функции” (**член-функции, методи**)
- Конструкторите имат същото име като типа данни, който конструират
- Конструкторите винаги връщат типа данни, който конструират
 - затова тип на резултата не се указва изрично
- Конструктор по подразбиране (`Rational()`)
 - Използва се при дефиниране без изрична инициализация
 - `Rational r;`
 - `Rational r = Rational();`

Ниво 1: Конструктори

- Конструкторите са функции, които инициализират член-данните
- Конструкторите са “вътрешни функции” (**член-функции, методи**)
- Конструкторите имат същото име като типа данни, който конструират
- Конструкторите винаги връщат типа данни, който конструират
 - затова тип на резултата не се указва изрично
- Конструктор по подразбиране (`Rational()`)
 - Използва се при дефиниране без изрична инициализация
 - `Rational r;`
 - `Rational r = Rational();`

```
Rational() {  
    numer = 0;  
    denom = 1;  
}
```

Ниво 1: Конструктори

- Конструктор с параметри (`Rational(n, d)`)

Ниво 1: Конструктори

- Конструктор с параметри (`Rational(n, d)`)
 - Приема по един параметър за всяка член-данна

Ниво 1: Конструктори

- Конструктор с параметри (`Rational(n, d)`)
 - Приема по един параметър за всяка член-данна
 - `Rational r(1, 2);`

Ниво 1: Конструктори

- Конструктор с параметри (`Rational(n, d)`)
 - Приема по един параметър за всяка член-данна
 - `Rational r(1, 2);`
 - `Rational r = Rational(1, 2);`



Ниво 1: Конструктори

- Конструктор с параметри (`Rational(n, d)`)
 - Приема по един параметър за всяка член-данна
 - `Rational r(1, 2);`
 - `Rational r = Rational(1, 2);`

```
Rational(int n, int d) {  
    numer = n;  
    denom = d;  
}
```

Ниво 1: Селектори и мутатори

- Селекторите са **член-функции**, които позволяват преглед на член-данните

Ниво 1: Селектори и мутатори

- Селекторите са **член-функции**, които позволяват преглед на член-данните
- Селектори за достъп

Ниво 1: Селектори и мутатори

- Селекторите са **член-функции**, които позволяват преглед на член-данните
- Селектори за достъп
 - `int` getNumerator() { `return` numer; }

Ниво 1: Селектори и мутатори

- Селекторите са **член-функции**, които позволяват преглед на член-данните
- Селектори за достъп
 - `int` `getNumerator()` { `return` `numer`; }
 - `int` `getDenominator()` { `return` `denom`; }

Ниво 1: Селектори и мутатори

- Селекторите са **член-функции**, които позволяват преглед на член-данните
- Селектори за достъп
 - `int` `getNumerator()` { `return` `numer`; }
 - `int` `getDenominator()` { `return` `denom`; }
- Селектори за извеждане/конвертиране

Ниво 1: Селектори и мутатори

- Селекторите са **член-функции**, които позволяват преглед на член-данните
- Селектори за достъп
 - `int` getNumerator() { `return` numer; }
 - `int` getDenominator() { `return` denom; }
- Селектори за извеждане/конвертиране
 - `void` print();

Ниво 1: Селектори и мутатори

- Селекторите са **член-функции**, които позволяват преглед на член-данните
- Селектори за достъп
 - `int` `getNumerator()` { `return` `numer`; }
 - `int` `getDenominator()` { `return` `denom`; }
- Селектори за извеждане/конвертиране
 - `void` `print()`;
 - `double` `toDouble()`;

Ниво 1: Селектори и мутатори

- Селекторите са **член-функции**, които позволяват преглед на член-данните
- Селектори за достъп
 - `int` `getNumerator()` { `return` `numer`; }
 - `int` `getDenominator()` { `return` `denom`; }
- Селектори за извеждане/конвертиране
 - `void` `print()`;
 - `double` `toDouble()`;
- Мутаторите са **член-функции**, които позволяват промяна на член-данните

Ниво 1: Селектори и мутатори

- Селекторите са **член-функции**, които позволяват преглед на член-данните
- Селектори за достъп
 - `int` `getNumerator()` { `return` `numer`; }
 - `int` `getDenominator()` { `return` `denom`; }
- Селектори за извеждане/конвертиране
 - `void` `print()`;
 - `double` `toDouble()`;
- Мутаторите са **член-функции**, които позволяват промяна на член-данните
- `void` `read()`;

Ниво 2: Аритметични операции

Искаме да моделираме математическите операции над рационални числа:

Ниво 2: Аритметични операции

$$\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad + bc}{bd}$$

Искаме да моделираме математическите операции над рационални числа:

- Rational add(Rational p, Rational q);
- Rational subtract(Rational p, Rational q);
- Rational multiply(Rational p, Rational q);
- Rational divide(Rational p, Rational q);

Ниво 3: Приложни програми

Задача. Да се намери рационално число, което приближава e^k .

Ниво 3: Приложни програми

Задача. Да се намери рационално число, което приближава e^k .

Решение. Ще напишем функция, която пресмята сумата:

$$\sum_{i=0}^n \frac{k^i}{i!}$$

$$y_i = \frac{k^i}{i!}$$

$$y_{i+1} = y_i \cdot \frac{k}{i+1}$$

Ниво 3: Приложни програми

Задача. Да се намери рационално число, което приближава e^k .

Решение. Ще напишем функция, която пресмята сумата:

$$\sum_{i=0}^n \frac{k^i}{i!}$$

Проблем. Числителите и знаменателите стават много големи!

Ниво 3: Приложни програми

Задача. Да се намери рационално число, което приближава e^k .

Решение. Ще напишем функция, която пресмята сумата:

$$\sum_{i=0}^n \frac{k^i}{i!}$$

Проблем. Числителите и знаменателите стават много големи!

Решение. Да използваме `long`.

Ниво 3: Приложни програми

Задача. Да се намери рационално число, което приближава e^k .

Решение. Ще напишем функция, която пресмята сумата:

$$\sum_{i=0}^n \frac{k^i}{i!}$$

Проблем. Числителите и знаменателите стават много големи!

Решение. Да използваме `long`.

Проблем. Само отлага препълването...

Ниво 3: Приложни програми

Задача. Да се намери рационално число, което приближава e^k .

Решение. Ще напишем функция, която пресмята сумата:

$$\sum_{i=0}^n \frac{k^i}{i!}$$

Проблем. Числителите и знаменателите стават много големи!

Решение. Да използваме `long`.

Проблем. Само отлага препълването...

Решение. Да съкращаваме дробите.

Ниво 3: Приложни програми

Задача. Да се намери рационално число, което приближава e^k .

Решение. Ще напишем функция, която пресмята сумата:

$$\sum_{i=0}^n \frac{k^i}{i!}$$

Проблем. Числителите и знаменателите стават много големи!

Решение. Да използваме `long`.

Проблем. Само отлага препълването...

Решение. Да съкращаваме дробите.

Проблем. На кое ниво да извършим съкращението?

Ниво 3: Приложни програми

Задача. Да се намери рационално число, което приближава e^k .

Решение. Ще напишем функция, която пресмята сумата:

$$\sum_{i=0}^n \frac{k^i}{i!}$$

Проблем. Числителите и знаменателите стават много големи!

Решение. Да използваме `long`.

Проблем. Само отлага препълването...

Решение. Да съкращаваме дробите.

Проблем. На кое ниво да извършим съкращението?

Решение. На възможно най-ниското: **НИВО 0**.

Предимства на абстракцията

- Изолиране на промените

Предимства на абстракцията

- Изолиране на промените
 - промените по едно ниво налагат промени само в следващото ниво

Предимства на абстракцията

- Изолиране на промените
 - промените по едно ниво налагат промени само в следващото ниво
- Разпространяване на промените

Предимства на абстракцията

- Изолиране на промените
 - промените по едно ниво налагат промени само в следващото ниво
- Разпространяване на промените
 - подобренията в едно ниво се отразяват положително на всички по-горни нива

Предимства на абстракцията

- Изолиране на промените
 - промените по едно ниво налагат промени само в следващото ниво
- Разпространяване на промените
 - подобренията в едно ниво се отразяват положително на всички по-горни нива
- Ограничаване на знанието

Предимства на абстракцията

- Изолиране на промените
 - промените по едно ниво налагат промени само в следващото ниво
- Разпространяване на промените
 - подобренията в едно ниво се отразяват положително на всички по-горни нива
- Ограничаване на знанието
 - за реализацията на елемент на някое от нивата е нужна само информация за елементите на долното ниво

Предимства на абстракцията

- Изолиране на промените
 - промените по едно ниво налагат промени само в следващото ниво
- Разпространяване на промените
 - подобренията в едно ниво се отразяват положително на всички по-горни нива
- Ограничаване на знанието
 - за реализацията на елемент на някое от нивата е нужна само информация за елементите на долното ниво
 - не е нужно да познаваме в подробности как са реализирани операциите и алгоритмите за работа с член-данните

Предимства на абстракцията

- Изолиране на промените
 - промените по едно ниво налагат промени само в следващото ниво
- Разпространяване на промените
 - подобренията в едно ниво се отразяват положително на всички по-горни нива
- Ограничаване на знанието
 - за реализацията на елемент на някое от нивата е нужна само информация за елементите на долното ниво
 - не е нужно да познаваме в подробности как са реализирани операциите и алгоритмите за работа с член-данните
 - работата по отделните нива може да се извършва паралелно и независимо

Капсулация

Принцип на капсулацията:

Разделя се (абстрахира се) описанието на типа данни от конкретната му реализация.

Капсулация

Принцип на капсулацията:

Разделя се (абстрахира се) описанието на типа данни от конкретната му реализация.

- Описание (**интерфейс**): име на типа, сигнатури на функции и методи

Капсулация

Принцип на капсулацията:

Разделя се (абстрахира се) описанието на типа данни от конкретната му реализация.

- Описание (**интерфейс**): име на типа, сигнатури на функции и методи
- Представяне (**имплементация**): полета на типа, тела на функции и методи

Капсулация

Принцип на капсулацията:

Разделя се (абстрахира се) описанието на типа данни от конкретната му реализация.

- Описание (**интерфейс**): име на типа, сигнатури на функции и методи
- Представяне (**имплементация**): полета на типа, тела на функции и методи
- Абстракцията със структури от данни се възползва от капсулацията

Капсулация

Принцип на капсулацията:

Разделя се (абстрахира се) описанието на типа данни от конкретната му реализация.

- Описание (**интерфейс**): име на типа, сигнатури на функции и методи
- Представяне (**имплементация**): полета на типа, тела на функции и методи
- Абстракцията със структури от данни се възползва от капсулацията
 - представянето на ниво $n + 1$ работи с описанието на ниво n

Капсулация

Принцип на капсулацията:

Разделя се (абстрахира се) описанието на типа данни от конкретната му реализация.

- Описание (**интерфейс**): име на типа, сигнатури на функции и методи
- Представяне (**имплементация**): полета на типа, тела на функции и методи
- Абстракцията със структури от данни се възползва от капсулацията
 - представянето на ниво $n + 1$ работи с описанието на ниво n
 - представянето на ниво n не зависи от представянето на нивата $< n$

Капсулация

Принцип на капсулацията:

Разделя се (абстрахира се) описанието на типа данни от конкретната му реализация.

- Описание (**интерфейс**): име на типа, сигнатури на функции и методи
- Представяне (**имплементация**): полета на типа, тела на функции и методи
- Абстракцията със структури от данни се възползва от капсулацията
 - представянето на ниво $n + 1$ работи с описанието на ниво n
 - представянето на ниво n не зависи от представянето на нивата $< n$
- Предимства на капсулацията

Капсулация

Принцип на капсулацията:

Разделя се (абстрахира се) описанието на типа данни от конкретната му реализация.

- Описание (**интерфейс**): име на типа, сигнатури на функции и методи
- Представяне (**имплементация**): полета на типа, тела на функции и методи
- Абстракцията със структури от данни се възползва от капсулацията
 - представянето на ниво $n + 1$ работи с описанието на ниво n
 - представянето на ниво n не зависи от представянето на нивата $< n$
- Предимства на капсулацията
 - можем да подменим представянето без да се отрази на описанието

Капсулация

Принцип на капсулацията:

Разделя се (абстрахира се) описанието на типа данни от конкретната му реализация.

- Описание (**интерфейс**): име на типа, сигнатури на функции и методи
- Представяне (**имплементация**): полета на типа, тела на функции и методи
- Абстракцията със структури от данни се възползва от капсулацията
 - представянето на ниво $n + 1$ работи с описанието на ниво n
 - представянето на ниво n не зависи от представянето на нивата $< n$
- Предимства на капсулацията
 - можем да подменим представянето без да се отрази на описанието
 - външните функции зависят само от описанието

Капсулация

Принцип на капсулацията:

Разделя се (абстрахира се) описанието на типа данни от конкретната му реализация.

- Описание (**интерфейс**): име на типа, сигнатури на функции и методи
- Представяне (**имплементация**): полета на типа, тела на функции и методи
- Абстракцията със структури от данни се възползва от капсулацията
 - представянето на ниво $n + 1$ работи с описанието на ниво n
 - представянето на ниво n не зависи от представянето на нивата $< n$
- Предимства на капсулацията
 - можем да подменим представянето без да се отрази на описанието
 - външните функции зависят само от описанието
 - промени по представянето не налагат промени по външните функции

Капсулация

Принцип на капсулацията:

Разделя се (абстрахира се) описанието на типа данни от конкретната му реализация.

- Описание (**интерфейс**): име на типа, сигнатури на функции и методи
- Представяне (**имплементация**): полета на типа, тела на функции и методи
- Абстракцията със структури от данни се възползва от капсулацията
 - представянето на ниво $n + 1$ работи с описанието на ниво n
 - представянето на ниво n не зависи от представянето на нивата $< n$
- Предимства на капсулацията
 - можем да подменим представянето без да се отрази на описанието
 - външните функции зависят само от описанието
 - промени по представянето не налагат промени по външните функции
 - описанието обикновено е по-просто от представянето, изолира се сложността

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:
 - дефиниции на записи и класове

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:
 - дефиниции на записи и класове
 - декларации на функции

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:
 - дефиниции на записи и класове
 - декларации на функции
 - декларации на методи

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:
 - дефиниции на записи и класове
 - декларации на функции
 - декларации на методи
- В заглавните файлове обикновено **не се** пише **имплементация (представяне)**:

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:
 - дефиниции на записи и класове
 - декларации на функции
 - декларации на методи
- В заглавните файлове обикновено **не се** пише **имплементация (представяне)**:
 - дефиниции на (глобални) променливи

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:
 - дефиниции на записи и класове
 - декларации на функции
 - декларации на методи
- В заглавните файлове обикновено **не се** пише **имплементация (представяне)**:
 - дефиниции на (глобални) променливи
 - дефиниции на функции

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:
 - дефиниции на записи и класове
 - декларации на функции
 - декларации на методи
- В заглавните файлове обикновено **не се** пише **имплементация (представяне)**:
 - дефиниции на (глобални) променливи
 - дефиниции на функции
 - дефиниции на методи

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:
 - дефиниции на записи и класове
 - декларации на функции
 - декларации на методи
- В заглавните файлове обикновено **не се** пише **имплементация (представяне)**:
 - дефиниции на (глобални) променливи
 - дефиниции на функции
 - дефиниции на методи
- Имплементацията се пише в изходните (source) файлове

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:
 - дефиниции на записи и класове
 - декларации на функции
 - декларации на методи
- В заглавните файлове обикновено **не се** пише **имплементация (представяне)**:
 - дефиниции на (глобални) променливи
 - дефиниции на функции
 - дефиниции на методи
- Имплементацията се пише в изходните (source) файлове
- Реферирането на методи извън типа става чрез оператора ::

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:
 - дефиниции на записи и класове
 - декларации на функции
 - декларации на методи
- В заглавните файлове обикновено **не се** пише **имплементация (представяне)**:
 - дефиниции на (глобални) променливи
 - дефиниции на функции
 - дефиниции на методи
- Имплементацията се пише в изходните (source) файлове
- Реферирането на методи извън типа става чрез оператора ::
 - `Rational::Rational() { ... }`

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

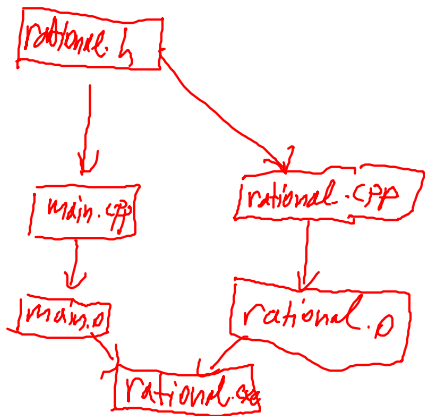
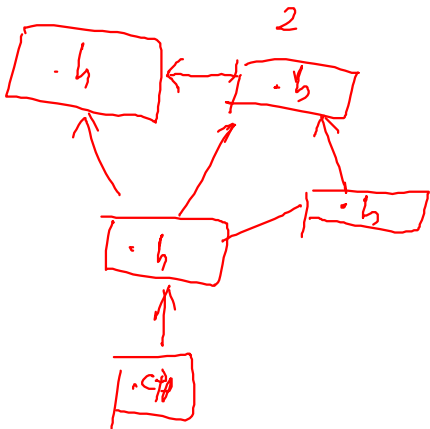
- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:
 - дефиниции на записи и класове
 - декларации на функции
 - декларации на методи
- В заглавните файлове обикновено **не се** пише **имплементация (представяне)**:
 - дефиниции на (глобални) променливи
 - дефиниции на функции
 - дефиниции на методи
- Имплементацията се пише в изходните (source) файлове
- Реферирането на методи извън типа става чрез оператора ::
 - `Rational::Rational() { ... }`
 - `void Rational::print() { ... }`

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:
 - дефиниции на записи и класове
 - декларации на функции
 - декларации на методи
- В заглавните файлове обикновено **не се** пише **имплементация (представяне)**:
 - дефиниции на (глобални) променливи
 - дефиниции на функции
 - дефиниции на методи
- Имплементацията се пише в изходните (source) файлове
- Реферирането на методи извън типа става чрез оператора ::
 - `Rational::Rational() { ... }`
 - `void Rational::print() { ... }`
- **Внимание:** Полетата на типа са част от представянето, но въпреки това се пишат в заглавния файл!

Капсулация чрез заглавни (header) файлове

- В заглавните файлове се пише **интерфейс (описание)**:
 - дефиниции на записи и класове
 - декларации на функции
 - декларации на методи
- В заглавните файлове обикновено **не се** пише **имплементация (представяне)**:
 - дефиниции на (глобални) променливи
 - дефиниции на функции
 - дефиниции на методи
- Имплементацията се пише в изходните (source) файлове
- Реферирането на методи извън типа става чрез оператора ::
 - `Rational::Rational() { ... }`
 - `void Rational::print() { ... }`
- **Внимание:** Полетата на типа са част от представянето, но въпреки това се пишат в заглавния файл!
 - Компиляторът трябва да знае колко памет заемат променливите от дефинирания тип



Капсулация чрез спецификатори за достъп

- Спецификаторите за достъп са “етикети”, които указват как могат да се достъпват компонентите на типа (член-данни и член-функции)

Капсулация чрез спецификатори за достъп

- Спецификаторите за достъп са “етикети”, които указват как могат да се достъпват компонентите на типа (член-данни и член-функции)
- `private` — могат да бъдат достъпвани само от методите на типа

Капсулация чрез спецификатори за достъп

- Спецификаторите за достъп са “етикети”, които указват как могат да се достъпват компонентите на типа (член-данни и член-функции)
- `private` — могат да бъдат достъпвани само от методите на типа
- `public` — могат да бъдат достъпвани и от външни програми

Капсулация чрез спецификатори за достъп

- Спецификаторите за достъп са “етикети”, които указват как могат да се достъпват компонентите на типа (член-данни и член-функции)
- `private` — могат да бъдат достъпвани само от методите на типа
- `public` — могат да бъдат достъпвани и от външни програми
- препоръчително е всички член-данни да са капсулирани с `private`

Капсулация чрез спецификатори за достъп

- Спецификаторите за достъп са “етикети”, които указват как могат да се достъпват компонентите на типа (член-данни и член-функции)
- `private` — могат да бъдат достъпвани само от методите на типа
- `public` — могат да бъдат достъпвани и от външни програми
- препоръчително е всички член-данни да са капсулирани с `private`
- смислено ли е методи да са `private`?

Капсулация чрез спецификатори за достъп

- Спецификаторите за достъп са “етикети”, които указват как могат да се достъпват компонентите на типа (член-данни и член-функции)
- `private` — могат да бъдат достъпвани само от методите на типа
- `public` — могат да бъдат достъпвани и от външни програми
- препоръчително е всички член-данни да са капсулирани с `private`
- смислено ли е методи да са `private`?
 - да, когато са за вътрешно ползване

Капсулация чрез спецификатори за достъп

- Спецификаторите за достъп са “етикети”, които указват как могат да се достъпват компонентите на типа (член-данни и член-функции)
- `private` — могат да бъдат достъпвани само от методите на типа
- `public` — могат да бъдат достъпвани и от външни програми
- препоръчително е всички член-данни да са капсулирани с `private`
- смислено ли е методи да са `private`?
 - да, когато са за вътрешно ползване
 - пример: функция за съкращаване на рационални числа

От записи към класове

- Заменяме `struct` със `class`

От записи към класове

- Заменяме `struct` със `class`
- Какво се променя?

От записи към класове

- Заменяме `struct` със `class`
- Какво се променя?
 - Почти нищо!

От записи към класове

- Заменяме `struct` със `class`
- Какво се променя?
 - Почти нищо!
 - Класовете по подразбиране са капсулирани, а записите не са

От записи към класове

- Заменяме `struct` със `class`
- Какво се променя?
 - Почти нищо!
 - Класовете по подразбиране са капсулирани, а записите не са
 - В класовете нивото на достъп по подразбиране е `private`

От записи към класове

- Заменяме `struct` със `class`
- Какво се променя?
 - Почти нищо!
 - Класовете по подразбиране са капсулирани, а записите не са
 - В класовете нивото на достъп по подразбиране е `private`
 - В записите е `public`

От записи към класове

- Заменяме `struct` със `class`
- Какво се променя?
 - Почти нищо!
 - Класовете по подразбиране са капсулирани, а записите не са
 - В класовете нивото на достъп по подразбиране е `private`
 - В записите е `public`
- Написахме първия си клас!