

Podstawy Informatyki

Katedra Telekomunikacji, EiT

dr inż. Jarosław Bułat

kwant@agh.edu.pl

Plan prezentacji

- » Programowanie obiektowe
- » Klasy
- » Metody
- » Modyfikator dostępu
- » Konstruktor i destruktor
- » Inicjalizacja składowych
- » Projekt (make/cmake)

Kod jest zbyt skomplikowany?
zaczniij myśleć obiektowo

Programowanie obiektowe

- » To jeden z **paradygmatów programowania**
- » **Program zdefiniowany obiektami**, które łączą:
 - **stan** (dane, pola)
 - **zachowanie** (akcje, procedury, metody)
- » Ułatwia pisanie skomplikowanych programów
- » Ułatwia rozwijanie, konserwowanie i testowanie
- » Ułatwia wielokrotnie użycie programów lub ich części
- » **Podejście zgodne z rzeczywistością** (bardziej rzeczywiste niż abstrakcyjne), podobne do sposobu przetwarzania informacji przez ludzki mózg

Programowanie obiektowe

- » Cechy paradygmatu obiektowego:
 - Abstrakcja
 - Hermetyzacja
 - Polimorfizm
 - Dziedziczenie
- » Historia: Simula 1967, potem Smalltalk, potem “wszyscy”
- » **czysto obiektowe**: Smalltalk, Python, Ruby, Scala, Eiffel
- » **głównie obiektowe**: C++, Java, C#, Delphi/Object Pascal, VB.NET
- » **ewolucja do obiektowych**: MATLAB, COBOL, Fortran, Pascal

Programowanie obiektowe

- » Nie ma jednego “modelu programowania obiektowego”
- » Różne języki programowania implementują mniej lub więcej lub inaczej pewne aspekty programowania obiektowego
- » Paradygmat obiektowy może być mieszany z proceduralnym (np. C++)

Klasa

» Rozwinięcie koncepcji struktur

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
public:
    float radius;
    float area() {
        return 3.14*radius*radius;
    }
};

int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

Klasa

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Circle {
public:
    float radius;
    float area() {
        return 3.14*radius*radius;
    }
};
```

```
int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Rozwinięcie koncepcji struktur
- » **Definicja klasy** - zbliżona do definicji struktury

Klasa

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Circle {
public:
    float radius;
    float area() {
        return 3.14*radius*radius;
    }
};
```

```
int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Rozwinięcie koncepcji struktur
- » **Definicja klasy** - zbliżona do definicji struktury
- » **Obiekt klasy** - instancja danej klasy
- » **Może istnieć wiele instancji tej samej klasy** == wiele zmiennych typu Circle

Klasa

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
public:
    float radius;
    float area() {
        return 3.14*radius*radius;
    }
};

int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Rozwinięcie koncepcji struktur
- » **Składowe** klasy (ang. members) to:

Klasa

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
public:
    float radius;
    float area() {
        return 3.14*radius*radius;
    }
};

int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Rozwinięcie koncepcji struktur
- » **Składowe** klasy (ang. members)
to:

- dane (zmienne)

Klasa

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Circle {
public:
    float radius;
    float area() {
        return 3.14*radius*radius;
    }
};
```

```
int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Rozwinięcie koncepcji struktur
- » **Składowe** klasy (ang. members) to:

- dane (zmienne)
- metody (funkcje)

Klasa

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
public:
    float radius;
    float area() {
        return 3.14*radius*radius;
    }
};

int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Rozwinięcie koncepcji struktur
- » **Składowe** klasy (ang. members) to:
 - dane (zmienne)
 - metody (funkcje)
- » Odwołania do składowych tak jak w strukturach:
 - operator `.` jeżeli zmienna
 - operator `->` jeżeli wskaźnik
- » Metoda jest wywoływana “na” obiekcie (w kontekście obiektu)
- » Metoda ma dostęp tylko do danych z obiektu na którym została wywołana

Klasa

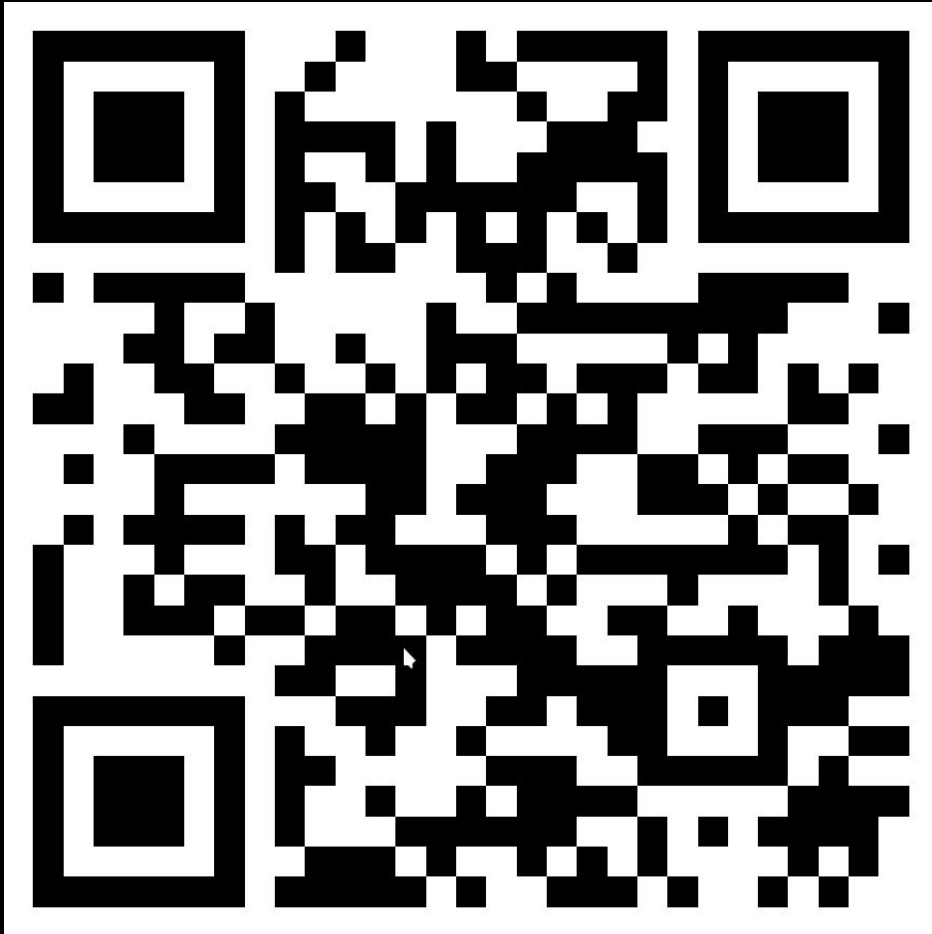
```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
public:
    float radius;
    float area() {
        return 3.14*radius*radius;
    }
};

int main() {
    Circle cir, okr;
    cir.radius = 1;
    okr.radius = 7;

    cout << cir.area() << endl;
    cout << okr.area() << endl;
}
```

- » Rozwinięcie koncepcji struktur
- » **Składowe** klasy (ang. members) to:
 - dane (zmienne)
 - metody (funkcje)
- » Obiekt jest zmienną:
 - mogę utworzyć wiele zmiennych tego samego typu
 - mogę utworzyć wiele obiektów jednej klasy
 - każdy obiekt ma własne zmienne ale wspólny kod metod



quiz

PI09_001

socrative.com

- login
- student login

Room name:

KWANTAGH

Klasa: deklaracja, definicja

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
public:
    float radius;
    float area();
};

float Circle::area() {
    return 3.14*radius*radius;
}

int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```


Klasa: deklaracja, definicja

» Deklaracja klasy

```
#include <iostream>  
using namespace std;
```

```
class Circle {  
    public:  
        float radius;  
        float area();  
};
```

```
float Circle::area() {  
    return 3.14*radius*radius;  
}
```

```
int main() {  
    Circle cir;  
    cir.radius = 1;  
  
    cout << cir.area() << endl;  
}
```

Klasa: deklaracja, definicja

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Circle {
public:
    float radius;
    float area();
};
```

```
float Circle::area() {
    return 3.14*radius*radius;
}
```

```
int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Deklaracja klasy
- » Definicja składowych klasy poza miejscem deklaracji

Klasa: deklaracja, definicja

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Circle {
public:
    float radius;
    float area();
};
```

```
float Circle::area() {
    return 3.14*radius*radius;
}
```

```
int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Deklaracja klasy
- » Definicja składowych klasy poza miejscem deklaracji
- » Operator zasięgu :: pozwala definiować składowe poza deklaracją

Klasa: deklaracja, definicja

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
public:
    float radius;
    float area();
};

float Circle::area() {
    return 3.14*radius*radius;
}

int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Deklaracja klasy
- » Definicja składowych klasy poza miejscem deklaracji
- » Operator zasięgu `::` pozwala definiować składowe poza deklaracją według schematu:

Klasa: deklaracja, definicja

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
public:
    float radius;
    float area();
};

float Circle::area() {
    return 3.14*radius*radius;
}

int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Deklaracja klasy
- » Definicja składowych klasy poza miejscem deklaracji
- » Operator zasięgu `::` pozwala definiować składowe poza deklaracją według schematu:
 - nazwa klasy

Klasa: deklaracja, definicja

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
public:
    float radius;
    float area();
};

float Circle::area() {
    return 3.14*radius*radius;
}

int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Deklaracja klasy
- » Definicja składowych klasy poza miejscem deklaracji
- » Operator zasięgu `::` pozwala definiować składowe poza deklaracją według schematu:
 - nazwa klasy
 - nazwa składowej (metody)

Klasa: deklaracja, definicja

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
public:
    float radius;
    float area(void);
};

float Circle::area(void) {
    return 3.14*radius*radius;
}

int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Deklaracja klasy
- » Definicja składowych klasy poza miejscem deklaracji
- » Operator zasięgu `::` pozwala definiować składowe poza deklaracją według schematu:
 - nazwa klasy
 - nazwa składowej (metody)
 - typ

Klasa: deklaracja, definicja

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Circle {
public:
    float radius;
    float area(void);
};
```

```
float Circle::area(void) {
    return 3.14*radius*radius;
}
```

```
int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Deklaracja klasy
- » Definicja składowych klasy poza miejscem deklaracji
- » Operator zasięgu `::` pozwala definiować składowe poza deklaracją według schematu:
 - nazwa klasy
 - nazwa składowej (metody)
 - typ
- » Podział na deklarację i definicję
 - zwiększa czytelność kodu
 - ułatwia tworzenie złożonych klas

Klasa: deklaracja, definicja

```
// file: ex02_main.cc  
// g++ ex02_circle.cc ex02_main.cc
```

```
#include <iostream>  
#include "ex02_circle.h"  
using namespace std;
```

```
int main() {  
    Circle cir;  
    cir.radius = 1;  
  
    cout << cir.area() << endl;  
}
```

```
// file: ex02_circle.h  
class Circle {  
public:  
    float radius;  
    float area();  
};
```

```
// file: ex02_circle.cc  
#include "ex02_circle.h"  
  
float Circle::area() {  
    return 3.14*radius*radius;  
}
```

Klasa: deklaracja, definicja

```
// file: ex02_main.cc  
// g++ ex02_circle.cc ex02_main.cc
```

```
#include <iostream>  
#include "ex02_circle.h"  
using namespace std;
```

```
int main() {  
    Circle cir;  
    cir.radius = 1;  
  
    cout << cir.area() << endl;  
}
```

```
// file: ex02_circle.h  
class Circle {  
public:  
    float radius;  
    float area();  
};
```

```
// file: ex02_circle.cc  
#include "ex02_circle.h"  
  
float Circle::area() {  
    return 3.14*radius*radius;  
}
```

- » Deklaracja klasy w pliku *.h
- » Definicja klasy w pliku *.cc (definicja składowych klasy)

Klasa: deklaracja, definicja

```
// file: ex02_main.cc  
// g++ ex02_circle.cc ex02_main.cc
```

```
#include <iostream>  
#include "ex02_circle.h"  
using namespace std;
```

```
int main() {  
    Circle cir;  
    cir.radius = 1;  
  
    cout << cir.area() << endl;  
}
```

```
// file: ex02_circle.h  
class Circle {  
public:  
    float radius;  
    float area();  
};
```

```
// file: ex02_circle.cc  
#include "ex02_circle.h"  
  
float Circle::area() {  
    return 3.14*radius*radius;  
}
```

- » Deklaracja klasy w pliku *.h
- » Definicja klasy w pliku *.cc (definicja składowych klasy)

Klasa: deklaracja, definicja

```
// file: ex02_main.cc  
// g++ ex02_circle.cc ex02_main.cc
```

```
#include <iostream>  
#include "ex02_circle.h"  
using namespace std;
```

```
int main() {  
    Circle cir;  
    cir.radius = 1;  
  
    cout << cir.area() << endl;  
}
```

```
// file: ex02_circle.h  
class Circle {  
public:  
    float radius;  
    float area();  
};
```

```
// file: ex02_circle.cc  
#include "ex02_circle.h"  
  
float Circle::area() {  
    return 3.14*radius*radius;  
}
```

» Definicje składowych wymagają deklaracji klasy

Klasa: deklaracja, definicja

```
// file: ex02_main.cc  
// g++ ex02_circle.cc ex02_main.cc
```

```
#include <iostream>  
#include "ex02_circle.h"  
using namespace std;
```

```
int main() {  
    Circle cir;  
    cir.radius = 1;  
  
    cout << cir.area() << endl;  
}
```

```
// file: ex02_circle.h  
class Circle {  
public:  
    float radius;  
    float area();  
};
```

```
// file: ex02_circle.cc  
#include "ex02_circle.h"  
  
float Circle::area() {  
    return 3.14*radius*radius;  
}
```

- » Definicje składowych wymagają deklaracji klasy
- » **Utworzenie obiektu** wymaga deklaracji klasy

Klasa: deklaracja, definicja

```
// file: ex02_main.cc  
// g++ ex02_circle.cc ex02_main.cc
```

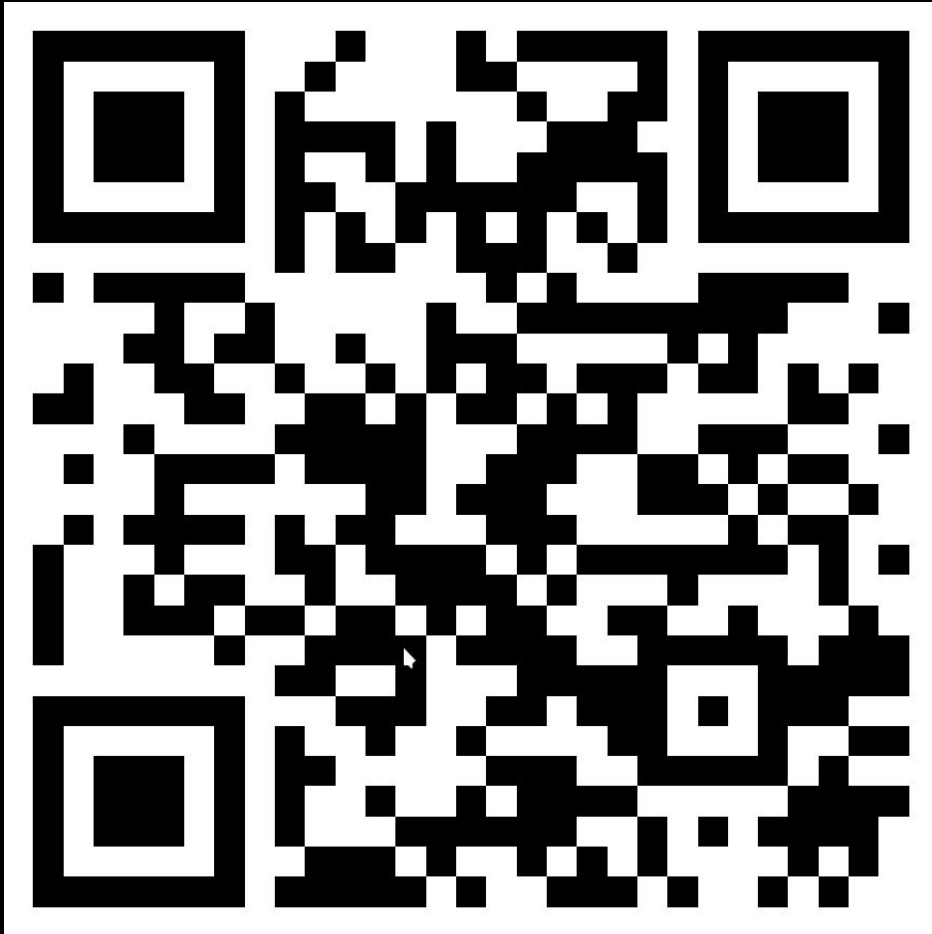
```
#include <iostream>  
#include "ex02_circle.h"  
using namespace std;
```

```
int main() {  
    Circle cir;  
    cir.radius = 1;  
  
    cout << cir.area() << endl;  
}
```

```
// file: ex02_circle.h  
class Circle {  
public:  
    float radius;  
    float area();  
};
```

```
// file: ex02_circle.cc  
#include "ex02_circle.h"  
  
float Circle::area() {  
    return 3.14*radius*radius;  
}
```

- » Definicje składowych wymagają deklaracji klasy
- » **Utworzenie obiektu** wymaga deklaracji klasy
- » **Kompilacja:** `g++ ex02_circle.cc ex02_main.cc -o ex02`



quiz

PI09_002

socrative.com

- login
- student login

Room name:

KWANTAGH

Jak ukryć detale implementacji?

zadeklaruj je prywatnie

Klasa: specyfikator dostępu

```
class Circle {  
    private:  
        float radius;  
  
    protected:  
        bool initialized;  
  
    public:  
        float area;  
        float circuit() {  
            return 2*3.14*radius;  
        }  
  
    private:  
        float x, y;  
};
```

- » **Specyfikatory dostępu**
 - dotyczą zmiennych i metod
 - modyfikują zasięg
 - zmiana od specyfikatora do końca deklaracji lub innego specyfikatora
- » **private:** (domyślny): tylko metody danej klasy
- » **public:** metody + zasięg obiektu klasy
- » **protected:** TBD
- » Wszystkie pola struktur są “public”
- » Indentation!!!

Klasa: specyfikator dostępu

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
    private:
        float radius;
    public:
        float area() {
            return 3.14*radius*radius;
        }
};

int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Składowa **radius** jest **prywatna**
- » Można ją użyć tylko **wewnątrz** klasy
- » Próba użycia **na zewnątrz** klasy kończy się błędem kompilacji:

ex03.cc: In function 'int main()':
ex03.cc:6:15: error: 'float Circle::radius' is private

```
        float radius;
            ^
```

ex03.cc:15:9: error: within this context
 cir.radius = 1;
 ^

Klasa: specyfikator dostępu

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Circle {
    private:
        float radius;
    public:
        float area() {
            return 3.14*radius*radius;
        }
};
```

```
int main() {
    Circle cir;
    cir.radius = 1;

    cout << cir.area() << endl;
}
```

- » Składowa **radius** jest **prywatna**
- » Można ją użyć tylko **wewnątrz** klasy
- » Próba użycia **na zewnątrz** klasy kończy się błędem kompilacji:

ex03.cc: In function 'int main()':
ex03.cc:6:15: error: 'float Circle::radius' is private

float radius;

^

ex03.cc:15:9: error: within this context
cir.radius = 1;

^

użycie prywatnych składowych

```
class Circle {  
    private:  
        float radius_;  
    public:  
        float getRadius(void) {  
            return radius_;  
        }  
        void setRadius(float radius) {  
            radius_ = radius;  
        }  
};  
  
int main() {  
    Circle cir;  
    cir.setRadius(0.001);  
  
    cout << cir.getRadius() << endl;  
}
```

- » **Publiczne metody** pozwalające uzyskać dostęp do **prywatnych składowych**
- » Kontrola dostępu, **ochrona**
 - tylko odczyt
 - tylko zapis
 - zapis+odczyt
- » **Kontrola poprawności:** weryfikacja danych podczas zapisu
- » Kontrolowana konwersja danych
- » Powszechna technika w innych językach (np. Java)

użycie prywatnych składowych

```
class Circle {  
    private:  
        float radius_;  
    public:  
        float getRadius(void) {  
            return radius_;  
        }  
        void setRadius(float radius) {  
            radius_ = radius;  
        }  
};  
  
int main() {  
    Circle cir;  
    cir.setRadius(0.001);  
  
    cout << cir.getRadius() << endl;  
}
```

- » getter, accessor
- » setter, mutator
- » Wsparcie w IDE (automatyzacja, refactoring)
- » Wady: więcej kodu

użycie prywatnych składowych

» zmienna `radius` to częsta konwencja dla składowych zmiennych (danych)

```
class Circle {  
    private:  
        float radius;  
    public:  
        float getRadius(void) {  
            return radius;  
        }  
        void setRadius(float radius) {  
            radius = radius;  
        }  
};
```

```
int main() {  
    Circle cir;  
    cir.setRadius(0.001);  
  
    cout << cir.getRadius() << endl;  
}
```

użycie prywatnych składowych

```
class Circle {  
    private:  
        float radius_;  
    public:  
        float getRadius(void) {  
            return radius_;  
        }  
        void setRadius(float radius) {  
            radius_ = radius;  
        }  
};  
  
int main() {  
    Circle cir;  
    cir.setRadius(0.001);  
  
    cout << cir.getRadius() << endl;  
}
```

- » zmienna radius_ to częsta konwencja dla składowych zmiennych (danych)
 - odróżnienie składowych od zmiennych lokalnych w metodach
 - brak konfliktu nazw w metodach*
 - nie trzeba “kombinować” z nazwami w setterze



quiz

PI09_003

socrative.com

- login
- student login

Room name:

KWANTAGH

inicjalizacja obiektu, sprzątanie

konstruktor / destruktor

Konstruktor

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
private:
    float radius_;
public:
    Circle() {
        radius_ = 0;
    }
    float getRadius(void) {
        return radius_;
    }
};

int main() {
    Circle cir;
    cout << cir.getRadius() << endl;
}
```

- » **Konstruktor** to metoda o nazwie takiej jak nazwa **klasy**
- » Wywoływany jest automatycznie podczas tworzenia obiektu
- » musi być **publiczny**
- » Służy do inicjalizacji obiektu (np. składowych)
- » Bez konstruktora, można było wywołać `getRadius()` i uzyskać wartość niezainicjalizowanej zmiennej

Konstruktor

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Circle {
private:
    float radius_;
public:
    Circle(float radius) {
        radius_ = radius;
    }
};

int main() {
    Circle cir(0.1);
    Circle *cir2 = new Circle(1);

    delete cir2;
}
```

- » Konstruktor może mieć argumenty
- » Typowy sposób inicjalizacji składowych klasy
- » Podczas tworzenia obiektu można przekazać wartości
- » Obiekt można tworzyć dynamicznie
- » Zasady takie jak przy innych zmiennych (trzeba usunąć)
- » Podczas tworzenia można przekazać wartości do konstruktora

Konstruktor

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Circle {
private:
    float radius_;
public:
    Circle(float radius) {
        radius_ = radius;
    }
};
```

```
int main() {
    Circle cir(0.1);
    Circle *cir2 = new Circle(1);
    Circle cir3;

    delete cir2;
}
```

» Podczas tworzenia obu obiektów klasy Circle uruchamiany jest konstruktor

» Próba deklaracji

`Circle cir3;`

woła konstruktor:

`Circle();`

którego nie ma więc błąd:

`error: no matching function for call to 'Circle::Circle()'`

`Circle cir3;`

Konstruktor

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Circle {
    private:
        float radius_;
    public:
        Circle(float radius);
};
```

```
Circle::Circle(float radius) {
    radius_ = radius;
}
```

- » Definicja konstruktora poza klasą
- » **Konstruktor nie zwraca typu**, nie może być też void
Definicja jako void spowoduje błąd:
ex07.cc:11:33: error: return type specification for constructor invalid
void Circle::Circle(float radius)
- » **Żaden konstruktor nie może zwrócić typu**

Destruktor

```
class Table {  
    private:  
        float *table_;  
    public:  
        Table(size_t size) {  
            table_ = new float[size];  
            cout << "1\n";  
        }  
        ~Table() {  
            delete [] table_;  
            cout << "3\n";  
        }  
};  
  
int main() {  
    Table tab(10);  
    cout << "2\n";  
}
```

- » Destruktor to metoda o nazwie takiej jak nazwa klasy z “tyldą”
- » Wywoływany automatycznie bezpośrednio przed zniszczeniem obiektu klasy
- » Służy do “sprzątania” obiektu przed jego usunięciem:
 - zwolnienie pamięci zaalokowanej w konstruktorze
 - zwolnienie zasobów (pliki, sockety, sterowniki)
 - poinformowanie innych

Destruktor

```
class Table {  
    private:  
        float *table_;  
    public:  
        Table(size_t size) {  
            table_ = new float[size];  
            cout << "1\n";  
        }  
        ~Table();  
};
```

```
Table::~Table() {  
    delete [] table_;  
    cout << "3\n";  
}
```

- » Definicja destruktora poza klasą
- » Destruktor nie zwraca typu
- » Destruktor nie może mieć argumentów
- » Destruktor musi być zadeklarowany w klasie żeby można go było zdefiniować poza klasą



quiz

PI09_004

socrative.com

- login
- student login

Room name:

KWANTAGH

inicjalizacja stanu obiektu,
inicjalizacja składowych

Inicjalizacja

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Complex {
private:
    float re_, im_;
public:
    Complex(float, float);
};
```

```
Complex::Complex(float re, float im) {
    re_ = re;
    im_ = im;
}
```

```
int main() {
    Complex x(6, 7);
}
```

- » Inicjalizacja dwóch składowych prywatnych
- » W deklaracji można nie podać nazw zmiennych
- » W definicji przepisanie argumentów do składowych

Inicjalizacja

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Complex {
private:
    float re_, im_;
public:
    Complex(float, float);
};
```

```
Complex::Complex(float re, float im)
    : re_(re),
      im_(im) {
}
```

```
int main() {
    Complex x(6, 7);
}
```

- » Zalecany sposób inicjalizacji składowych
- » W przypadku prostej inicjalizacji
- » Przypisanie może być wyrażeniem (np. `im+1`)
- » Skutek jest taki sam jak w poprzednim przykładzie
- » Konstruktor jest pusty

Inicjalizacja

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Complex {
private:
    float *var_;
public:
    Complex(float, float);
};
```

```
Complex::Complex(float re, float im)
: var_(new float[2]) {
    var_[0] = re;
    var_[1] = im;
}
```

```
int main() {
    Complex x(6, 7);
}
```

- » Pomysł: będę trzymał liczbę zespoloną w dwuelementowej tablicy
 - najpierw inicjalizacja tablicy (dynamicznie)
 - przypisanie elementów
- » Jaki błąd popełniłem w implementacji klasy?

Inicjalizacja zmiennych **const**

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Foo {
public:
    const int x_ = 7;
    int y_;
    Foo(int x);
};
```

```
Foo::Foo(int x) : x_(x) {
}
```

```
int main() {
    Foo obj(10);
    // obj.x_ = 0;
    obj.y_ = 0;
}
```

- » Inicjalizacja zmiennych “const”
 - możliwa podczas deklaracji
 - możliwa w liście inicjalizacyjnej
- » Każdy obiekt może mieć inaczej zainicjalizowaną składową const

Inicjalizacja zmiennych **const**

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
class Foo {
public:
    const int x_ = 7;
    int y_;
    Foo(int x);
};
```

```
Foo::Foo(int x) : x_(x) {
}
```

```
int main() {
    Foo obj(10);
    // obj.x_ = 0;
    obj.y_ = 0;
}
```

- » Inicjalizacja zmiennych “**const**”
 - możliwa **podczas deklaracji**
 - możliwa w **liście inicjalizacyjnej**
- » Każdy obiekt może mieć inaczej zainicjalizowaną składową **const**
- » Próba zmiany zmiennej “**const**” spowoduje błąd:

ex14.cc:20:14: error: assignment of
read-only member ‘Foo::x_’
obj.x_ = 0;

składowe static

```
class Circle {  
    public:  
        static size_t count_;  
  
    Circle(){count_++;}  
    void printNoCircles(void){  
        cout << count_ << endl;  
    }  
};
```

```
size_t Circle::count_ = 0;
```

```
int main() {  
    Circle c0;  
    c0.printNoCircles();  
  
    Circle c1;  
    c1.printNoCircles();  
    c0.printNoCircles();  
}
```

- » Składowa typu static jest dzielona przez wszystkie obiekty tej klasy
- » Musi być zdefiniowana poza klasą
- » Stosowana wtedy gdy potrzebna jest wiedza o liczbie utworzonych obiektów
- » Rezultat:
1
2
2

składowe static

```
class Circle {  
    public:  
        static size_t count_;  
  
        Circle(){count_++;}  
        static void printNoCircles(void){  
            cout << count_ << endl;  
        }  
};  
  
size_t Circle::count_ = 0;  
  
int main() {  
    Circle::printNoCircles();  
    Circle c0;  
    c0.printNoCircles();  
}
```

- » Metoda również może być typu static.
- » Można ją wywołać nawet gdy żaden obiekt klasy nie jest utworzony.
- » Rezultat:
0
1

składowe static

```
class Circle {  
    public:  
        static size_t count_;  
  
        Circle(){count_++;}  
        static void printNoCircles(void){  
            cout << count_ << endl;  
        }  
};  
  
size_t Circle::count_ = 0;  
  
int main() {  
    Circle::printNoCircles();  
    Circle c0;  
    c0.printNoCircles();  
}
```

- » Metoda również może być typu static.
- » Można ją wywołać nawet gdy żaden obiekt klasy nie jest utworzony.
- » Rezultat:
0
1
- » Metodę statyczną można wywołać na dwa sposoby



quiz

PI09_005

socrative.com

- login
- student login

Room name:

KWANTAGH

jak skompilować 1000 plików?

utwórz projekt, użyj (c)make

Projekt

- » Prosty program: `main.cc`, `circle.h`, `circle.cc`
- » Kompilacja: `g++ main.cc, circle.cc -o main`
- » Nietrywialny projekt to:
 - setki/tysiące plików
 - różne docelowe platformy: ARM/x86, Win/Lin/Android
 - program pisany przez wielu deweloperów na różnych platformach: kompilacja musi się udać na Win i macOS
 - różne konfiguracje środowiska: pliki nagłówkowe i biblioteki mogą być w różnych miejscach na dysku
- » Kompilator przetwarza kod źródłowy do wynikowego
- » Kompilator **NIE zarządza projektem**

Projekt - zarządzanie

- » Zależy od języka programowania (poniżej C++)
- » IDE (Eclipse, CLion, VS, VSC, ...) posiadają swoje narzędzia do zarządzania projektem (**wzajemnie niekompatybilne!!!**):
 - dodawanie/usuwanie plików do kompilacji
 - wyszukiwanie ścieżek dostępu nagłówków i bibliotek
 - **uruchamianie kompilacji** (multithread)
- » IDE nie ma własnego kompilatora
- » IDE często nie ma własnego “systemu budowania” (ang. buildsystem)
- » IDE często produkuje plik tekstowy opisujący jak zbudować projekt za pomocą zewnętrznych narzędzi

Projekt - make

- » **make** jest systemem budowania projektów (buildsystem)
- wykonuje serię wywołań kompilatora
 - polecenia dla **instrukcji make** zapisujemy w pliku **makefile**

CPP = g++

przykładowa zawartość pliku makefile

RANLIB = ar rcs

RELEASE = -c -O3

← ustawienia kompilatora dla kodu release

DEBUG = -c -g -D_DEBUG

← ustawienia kompilatora dla kodu debug

INCDIR = -I./stuff/include

← katalogi z plikami nagłówkowymi

LIBDIR = -L./stuff/lib -L.

← katalogi z bibliotekami

LIBS = -lstuff -lmystatlib -lmydynlib

← jakich bibliotek będzie używać program

CFLAGS = \$(RELEASE)

PROGOBJS = prog1.o prog2.o prog3.o

← jakie pliki obiektowe będą tworzyć program

prog: main.o \$(PROGOBJS) mystatlib mydynlib

\$(CC) main.o \$(PROGOBJS) \$(LIBDIR) \$(LIBS) -o prog

debug: CFLAGS=\$(DEBUG)

debug: prog

Projekt - CMake

- » **make** jest zależny od platformy (np. ścieżki dostępu), trudno jest napisać **makefile**

Projekt - CMake

- » **make** jest zależny od platformy (np. ścieżki dostępu), trudno jest napisać **makefile**
- » Co robi informatyk, jeżeli musi pisać makefile czyli “**nudny**” kod???

Projekt - CMake

- » **make** jest zależny od platformy (np. ścieżki dostępu), trudno jest napisać **makefile**
- » Co robi informatyk, jeżeli musi pisać makefile czyli “**nudny**” kod???
- » Tworzy **metaprogram** czyli program, który będzie pisał kod innego programu ...

Projekt - CMake

- » **make** jest zależny od platformy (np. ścieżki dostępu), trudno jest napisać **makefile**
- » Co robi informatyk, jeżeli musi pisać makefile czyli “**nudny**” kod???
- » Tworzy **metaprogram** czyli program, który będzie pisał kod innego programu ...czyli:

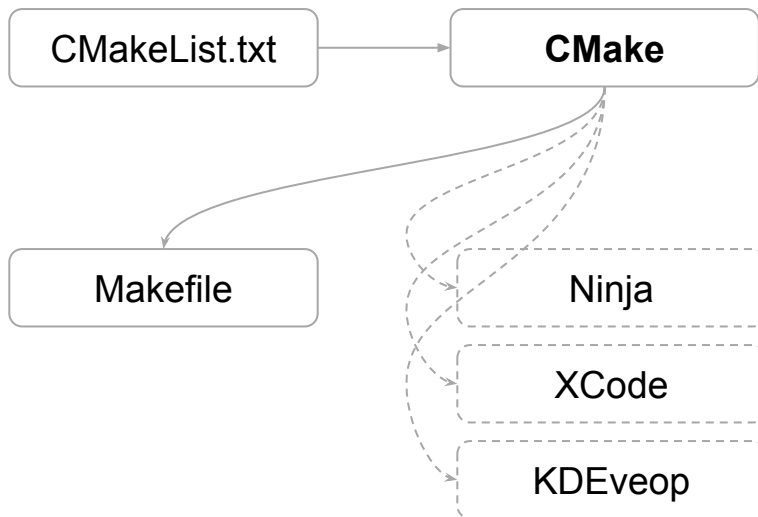
CMake: Cross-platform Make

CMakeList.txt



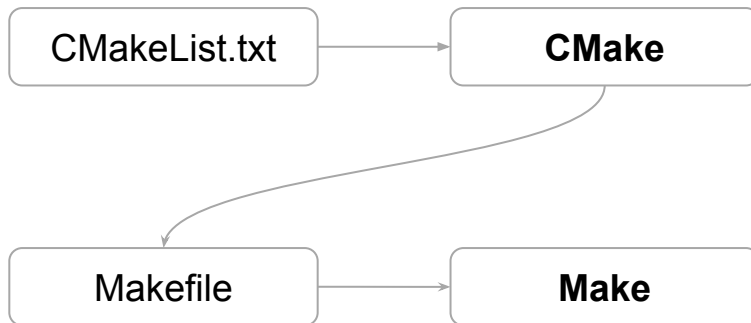
CMake

CMake na podstawie pliku
tekstowego **CMakeList.txt**
tworzy tzw. buildsystem

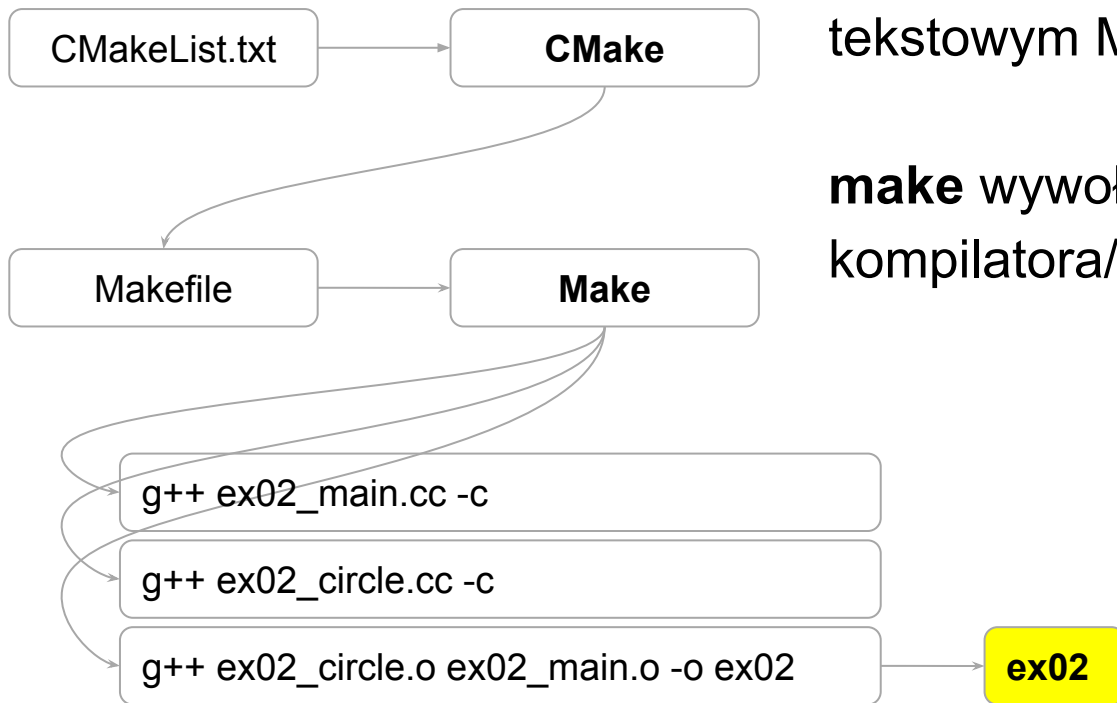


CMake na podstawie pliku tekstowego **CMakeList.txt** tworzy tzw. buildsystem np:

- **Makefile** (dla make)
- **Ninja** (alt. dla make)
- **projekt XCode** (Apple)
- **projekt KDEvelop**
- **Visual Studio solutions**



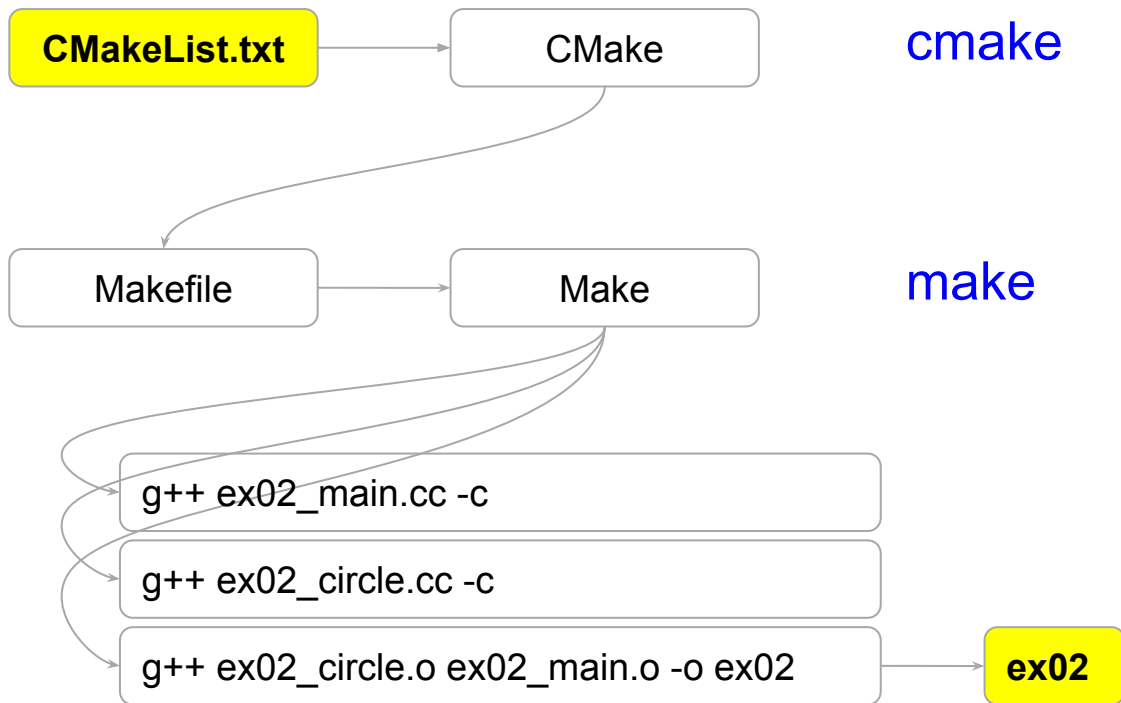
make to “buildsystem”,
komendy są zapisane w pliku
tekstowym Makefile



make to “buildsystem”,
komendy są zapisane w pliku
tekstowym Makefile

make wywołuje komendy
kompilatora/linkera

polecenia (CLI)



Projekt - CMake

» CMake

- jest używany w bardzo wielu projektach
- to nieformalny standard
- jako element systemu budowania ma taką pozycję jak git w dziedzinie kontroli wersji

float x = 1;
czy to jest ok?

problemy z float

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
int main() {
    float x0 = 1;      // conversion int -> float
    float x1 = 1.0;    // conversion double -> float
    float x2 = 1.0f;   // ok, no conversion
    float x3 = 1f;     // syntax error !!!
}
```

```
» 1      typ: int
» 1.0     typ: double
» 1.0f    typ: float
```

» W tym przypadku, konwersja w czasie kompilacji - nie boli, dla porządku powinno używać się **1.0f**

problemy z float

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
float foo(float x) {
    // return 2*x;    // conversion float(2)
    // return 2.0*x;  // conversion float(2.0)
    return 2.0f*x;    // ok, no conversion
}
```

```
int main() {
    float x0 = foo(1.2f);
}
```

- » Pierwsze dwa sposoby powodują konwersję w run time !!!
- » Wszystkie 3 sposoby zwrócą ten sam wynik
- » Trzeci sposób będzie najszybszy
- » Dyskusja:
<https://stackoverflow.com/question/s/25229832/is-float-a-3-0-a-correct-statement>

problemy z float

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;

int main() {
    float x=2.4;

    if (2.4 == x) {
        cout << "never print\n" << endl;
    }

    cout << "first try: " << x << endl;
    cout << std::setprecision(9);
    cout << "second try: " << x << endl;
}
```

- » Porównywanie dwóch zmiennych rzeczywistych bez uwzględnienia tolerancji to zawsze jest zły pomysł
- » `float(2.4)` to w praktyce jest `2.4000000953674` dlatego warunek nie zadziała
- » `if (2.4f == x)` będzie ok
- » Jeżeli porównujemy różne typy to lepiej:
`if (abs(2.4-x) < 0.0001)`

Dziękuję