Programowanie obiektowe

Wykład 3

Marcin Młotkowski

7 marca 2019

Plan wykładu

1. Polimorfizm
   - Polimorfizm zawierania
   - Metody wirtualne
   - Pułapki dziedziczenia i metod wirtualnych
   - Programowanie rodzajowe (generyczne)
2. Polimorfizm ad-hoc — przeciążanie
   - Przeciążanie metod i operatorów
   - Overloading a overriding
3. Klasy jak obiekty
   - Pola i metody statyczne
   - Wzorzec projektowy Singleton
   - Inicjowanie klasy
   - Operatory

Plan wykładu

1. Polimorfizm
   - Polimorfizm zawierania
   - Metody wirtualne
   - Pułapki dziedziczenia i metod wirtualnych
   - Programowanie rodzajowe (generyczne)
2. Polimorfizm ad-hoc — przeciążanie
   - Przeciążanie metod i operatorów
   - Overloading a overriding
3. Klasy jak obiekty
   - Pola i metody statyczne
   - Wzorzec projektowy Singleton
   - Inicjowanie klasy
   - Operatory

Biblioteka figur geometrycznych

Zadanie

implementacja biblioteki figur geometrycznych (Punkt, Kwadrat, Trójkąt).

Klasa podstawowa

```
class Figura
{
    protected float x, y;
}
```

Klasy pochodna

```
class Punkt : Figura
{
    public void narysuj(Color c)
    {
        ...
    }
}
```

Inna klasa pochodna

```
class Kwadrat : Figura
{
    public void narysuj(Color c)
    {
        ...
    }
}
```

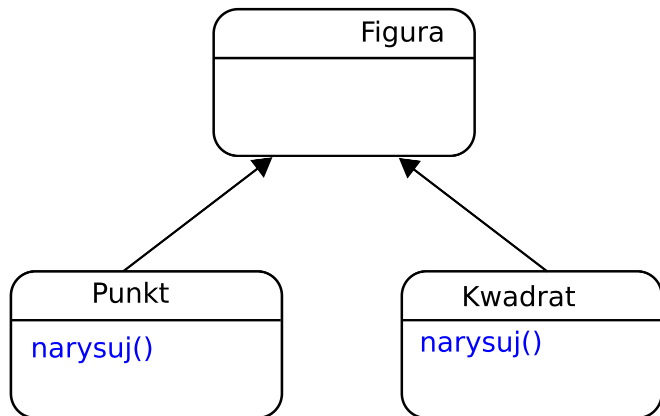


Figura
Punkt
narysuj()
Kwadrat
narysuj()

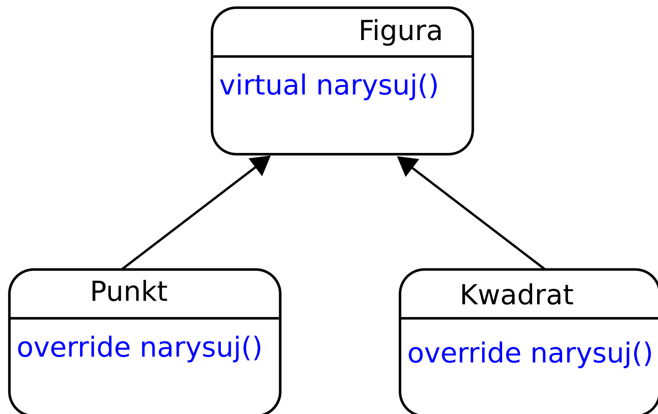
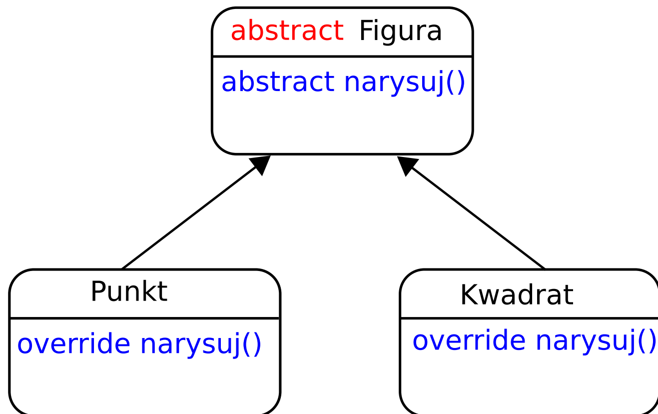


Figura
virtual narysuj()
Punkt
override narysuj()
Kwadrat
override narysuj()


abstract Figura
abstract narysuj()
Punkt
override narysuj()
Kwadrat
override narysuj()

Deklaracja klasy abstrakcyjnej

```
abstract class Figura
{
    protected float x, y;
    public abstract void narysuj(Color c);
}
```

Przykłady użycia

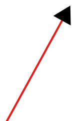
```
Figura[ ] obrazek = new Figura[3];
obrazek[0] = new Punkt();
obrazek[1] = new Kwadrat();
obrazek[2] = new Punkt();

foreach(Figura f in  obrazek) f.narysuj(niebieski);
```

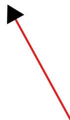
Inny przykład użycia

```
Figura p1 = new Kwadrat();
Figura p2 = new Punkt();
```

Analiza przykładów

Figura p1 = new Kwadrat()





typ zmiennej

typ wartości

Definicja

Polimorfizm zawierania

Koncepcja, w której zmienna określonej klasy C może zawierać wartości — obiekty — klas będących podklasami C.

Przykłady polimorfizmu zawierania

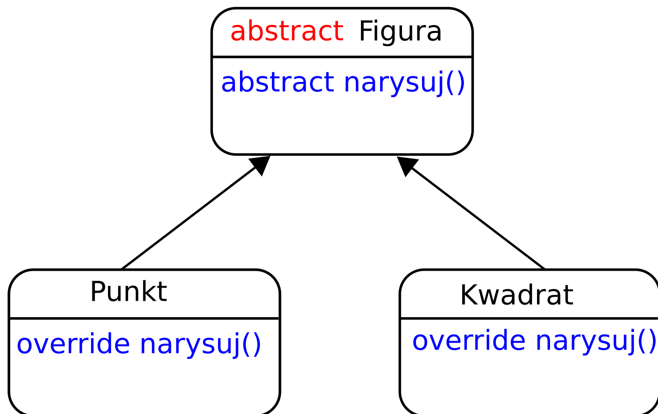
```
Figura p1 = new Kwadrat();
```

Przykłady polimorfizmu zawierania

```
Figura p1 = new Kwadrat();
```

```
void foo(Figura p)
{
    ...
}

foo(new Kwadrat());
```

Przypomnienie



Przesuwanie figur

Algorytm

- zmazanie starej zawartości, np. rysując w kolorze tła;
- zmiana współrzędnych;
- ponowne narysowanie figury, ale już w nowym położeniu.

Implementacja algorytmu

class Figura

```
public void przesun(float dx, float dy)
{
    this.narysuj(kolorTla);
    x += dx;
    y += dy;
    this.narysuj(kolor);
}
```

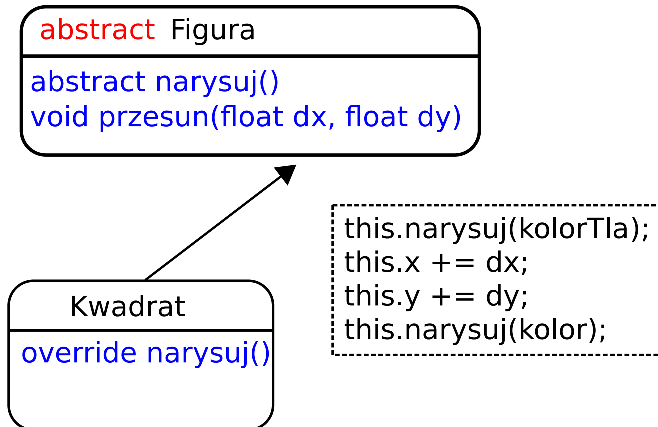
Implementacja algorytmu

class Figura

```
public void przesun(float dx, float dy)
{
    this.narysuj(kolorTla);
    x += dx;
    y += dy;
    this.narysuj(kolor);
}
```

```
Kwadrat k = new Kwadrat();
k.przesun(1.234, -5.678);
```

Analiza przykładu



Wywołania metod wirtualnych

```
this.narysuj(Color.Red)
```

Wywołania metod wirtualnych

```
this.narysuj(Color.Red)
```

```
Figura[ ] obrazek = new Figura[3];
obrazek[0] = new Punkt();
obrazek[1] = new Kwadrat();
obrazek[2] = new Punkt();

foreach(Figura f in  obrazek) f.narysuj(Color.Lime);
```

Metody polimorficzne, uwagi

Podsumowanie

- Pierwsza definicja metody musi być abstract lub virtual ;
- deklaracje metod w kolejnych klasach muszą być override ;
- ponownie zdefinowane metody muszą mieć dokładnie te same parametry i ten sam zwracany typ.

Metody niewirtualne

```
class Klasa
{
    public void foo() { Console.WriteLine("Klasa.foo()"); }
}

class Podklasa : Klasa
{
    new public void foo() {
        Console.WriteLine("Podklasa.foo()");
    }
}
```

Metody niewirtualne

```
class Klasa
{
    public void foo() { Console.WriteLine("Klasa.foo()"); }
}

class Podklasa : Klasa
{
    new public void foo() {
        Console.WriteLine("Podklasa.foo()");
    }
}
```

Przykład

```
Klasa k = new Podklasa();
k.foo();
```

Metody niewirtualne

```
class Klasa
{
    public void foo() { Console.WriteLine("Klasa.foo()"); }
}

class Podklasa : Klasa
{
    new public void foo() {
        Console.WriteLine("Podklasa.foo()");
    }
}
```

Przykład

```
Klasa k = new Podklasa();
k.foo();
```

"Klasa.foo()"

Klasa Prostokąt

```
public class Prostokąt
{
    protected float szerokość, wysokość;
    public virtual void Szerokość(float w) { this.szerokość = w; }
    public virtual void Wysokość(float w) { this.wysokość = w; }
    public float Pole()
    {
        return this.szerokość * this.wysokość;
    }
}
```

Klasa Kwadrat

```
public class Kwadrat : Prostokąt {
    public override void Szerokość(float w) {
        this.szerokość = w;
        this.wysokość = w;
    }
    public override void Wysokość(float w) {
        this.wysokość = w;
        this.szerokość = w;
    }
}
```

Zagadka

Czy ta implementacja jest poprawna?

Kontrprzykład

```
void test(Prostokąt p)
{
    p.Szerokość(4);
    p.Wysokość(5);
    if (p.Pole() != 20) Alert();
}
```

Kontrprzykład

```
void test(Prostokąt p)
{
    p.Szerokość(4);
    p.Wysokość(5);
    if (p.Pole() != 20) Alert();
}

test(new Kwadrat())
```

Odwrotna implementacja

```
class Kwadrat {
    protected float szerokość;
    public void Szerokość(float w) {
        this.szerokość = w;
    }
}

class Prostokąt : Kwadrat {
    float wysokość;
    public void Wysokość(float w) {
        this.wysokość = w;
    }
}
```

Obliczanie pola

```
class Kwadrat {
    public virtual float pole() {
        return this.szerokosc * this.szerokosc;
    }
}

class Prostokąt : Kwadrat {
    public override float pole() {
        return this.szerokość * this.wysokość;
    }
}
```

Kontrprzykład

```
Prostokąt p = new Prostokąt();
p.Wysokość(4.0);
```

Kontrprzykład

```
Prostokąt p = new Prostokąt();
p.Wysokość(4.0);

foo(p);
```

Kontrprzykład

```
void foo(Kwadrat k) {
    k.Szerokość(5.0);
    k.Pole() ?????
}
```

```
Prostokąt p = new Prostokąt();
p.Wysokość(4.0);

foo(p);
```

Reguła projektowa

Zasada podstawienia Liskov

Klasy powinne być tak zaprojektowane, aby w dowolnym programie zastąpienie obiektów klasy bazowej obiektami podklasy nie zmieniało zachowania programu.

Programowanie generyczne

Programowanie obiektowe

modelowanie danych rzeczywistych

Struktury danych

stosy, kolejki, drzewa binarne, kopce etc.

Implementacja listy, 1. podejście

```
class List {
    List next;
    protected object val;
    public void Add(object val) {
        if (this.next != null) this.next.Add(val);
        else {
            this.next = new List();
            this.next.val = val;
        }
    }
    public object Top() { return this.val; }
}
```

Przykład użycia

```
List l = new List();
l.Add(4);
l.Add(8);
Console.WriteLine(l.Top());
```

Rozwiązanie generyczne

```
class Lista {
    Lista next;
    protected object val;
    public void Add(object val) {
        if (this.next != null) this.next.Add(val);
        else {
            this.next = new Lista();
            this.next.val = val;
        }
    }
    public object Top() { return this.val; }
}
```

Rozwiązanie generyczne

```
class Lista {
    Lista  next;
    protected [   ] val;
    public void Add([   ] val) {
        if (this.next != null) this.next.Add(val);
        else {
            this.next = new Lista();
            this.next.val = val;
        }
    }
    public [   ] Top() { return this.val; }
}
```

Rozwiązanie generyczne

```
class Lista<T> {
    Lista<T>  next;
    protected T   val;
    public void Add(T   val) {
        if (this.next != null) this.next.Add(val);
        else {
            this.next = new Lista<T>();
            this.next.val = val;
        }
    }
    public T  Top() { return this.val; }
}
```

Przykład użycia

```
Lista<int> l;
l.Add(5);
Console.WriteLine(l.Top());
```

Inne przykłady

```
class Dictionary<TKey,TValue>
{
    ...
}

class KsiazkaTelefoniczna: Dictionary<string, int>
{
    ...
}
```

Biblioteka standardowa

System.Collection.Generics

Ograniczenia typu — motywacje

Implementacja zbioru w formie np. listy

Aby uniknąć powtórzeń wymagamy, aby obiekty implementowały metodę porównywania obiektów, np. `CompareTo()`.

Implementacja drzew przeszukiwań

Obiekty winne implementować metodę porównywania obiektów.

Składnia

```
class Zbiór<T> where T : IComparable<T>
{
    ...
}
```

Co to jest `IComparable<T>`?

- klasa
- interfejs
- ...

Plan wykładu

1. Polimorfizm
   - Polimorfizm zawierania
   - Metody wirtualne
   - Pułapki dziedziczenia i metod wirtualnych
   - Programowanie rodzajowe (generyczne)
2. Polimorfizm ad-hoc — przeciążanie
   - Przeciążanie metod i operatorów
   - Overloading a overriding
3. Klasy jak obiekty
   - Pola i metody statyczne
   - Wzorzec projektowy Singleton
   - Inicjowanie klasy
   - Operatory

Przypomnienie I

Liczby typu int

$2 + 2$

$3 * 4$

$x * (y + z)$

Liczby typu float

$2.71 + 3.0$

$2 * 3.14$

$x * (y + z)$

Przypomnienie I

Liczby typu int

$2 + 2$

$3 * 4$

$x * (y + z)$

Liczby typu float

$2.71 + 3.0$

$2 * 3.14$

$x * (y + z)$

Macierze

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \qquad x * (y + z)$$

Przypomnienie II

```
class Pojazd {
    string marka;
    int rok_prod;
    public Pojazd()
    {
        this.marka = "Syrena";
        this.rok_prod = 2010;
    }
    public Pojazd(string marka)
    {
        this.marka = marka;
    }
}
```

Definicja przeciążania

Przeciążanie nazwy (polimorfizm ad-hoc): występowanie wielu metod różniących się istotnie typami argumentów.

Dalsze przykłady

Przeciążone standardowe metody statyczne w C♯

Console.Write(bool)
Console.Write(int)
Console.Write(float)
Console.Write(object)

Overriding

```
class Pojazd {
    public virtual void start() {
        Console.WriteLine("Start");
    }
}

class Samochod : Pojazd {
    public override void start() {
        Console.WriteLine("Start");
    }
}
```

Overloading

```
class Paliwo {  }
class Benzyna : Paliwo {  }

class Pojazd {
    public void start(Paliwo p) {
        Console.WriteLine("Start na paliwie");
    }
}

class Samochod : Pojazd {
    public void start(Benzyna b) {
        Console.WriteLine("Start na benzynie");
    }
}
```

Plan wykładu

1. Polimorfizm
   - Polimorfizm zawierania
   - Metody wirtualne
   - Pułapki dziedziczenia i metod wirtualnych
   - Programowanie rodzajowe (generyczne)
2. Polimorfizm ad-hoc — przeciążanie
   - Przeciążanie metod i operatorów
   - Overloading a overriding
3. Klasy jak obiekty
   - Pola i metody statyczne
   - Wzorzec projektowy Singleton
   - Inicjowanie klasy
   - Operatory

Wstęp

Klasy czasem mogą przypominać obiekty

- klasy mają własne pola;
- klasy mają własne metody;
- klasy dziedziczą pola i metody po nadklasach;
- klasy mają nawet własne konstruktory.

Pola i metody statyczne

Właściwości

- są częścią klasy, istnieją od momentu deklaracji klasy;
- obiekty również mogą korzystać z metod i pól statycznych

Składnia

Przykład: zliczanie liczby obiektów

```
class Klasa {
    static int Licznik = 0;
    public Klasa() {
        Licznik++;
    }
    public static void Info() {
        Console.WriteLine("Liczba obiektów: {0}", Licznik);
    }
}
```

Składnia

Przykład: zliczanie liczby obiektów

```
class Klasa {
    static int Licznik = 0;
    public Klasa() {
        Licznik++;
    }
    public static void Info() {
        Console.WriteLine("Liczba obiektów: {0}", Licznik);
    }
}
```

Zastosowanie

```
Klasa.info();
```

Użyteczne funkcje i stałe

```
class Const
{
    public static float Pi = 3.1415;
    public static float e = 2.7182;
    public static float sin(float a)
    {
        return a - a*a*a/6 + a*a*a*a*a/120;
    }
}
```

Kolejny przykład

Zmiennych globalnych nie ma.

Zmienne globalne

Symulowanie zmiennych globalnych

```
class Katalogi {
    static public string Obrazki = "C:\Documents and Settings\";
    static public string tmp = "/tmp";
    static public string bin = "/usr/bin";
}
```

Ograniczenie liczby instancji

Czasem jest niepożądane, aby istniał więcje niż jeden obiekt danej klasy:

- obsługa kolejki do drukarki;
- obsługa połączenia z bazą danych;
- logowanie zdarzeń.

1. implementacja Singletonu

```
sealed class Singleton
{
    Singleton() {}
    static Singleton instance;
    public string nazwa;
    public static Singleton Instance()
    {
        if (instance == null)
            instance = new Singleton();
        return instance;
    }
}
```

```
sealed class Singleton
{
    Singleton() {}
    static Singleton instance;
    public string nazwa;
    public static Singleton Instance()
    {
        if (instance == null)
            instance = new Singleton();
        return instance;
    }
}
```

```
Singleton a = Singleton.Instance();
Singleton b = Singleton.Instance();
```

Objaśnienie

Uwagi do implementacji

- konstruktor klasy jest prywatny, widoczny tylko dla metod statycznych;
- klasa jest sealed , tj. nie ma możliwości zbudowania jej podklasy;
- jest to "leniwy" singleton, obiekt jest budowany dopiero przy pierwszym odwołaniu.

2. (gorliwa) implementacja singletonu

```
sealed class Singleton
{
    static readonly Singleton inst = new Singleton();
    Singleton() {}
    public static Singleton Instance()
    {
        return inst;
    }
}
```

Konstruktory klasy

Przykład

```
class Klasa {
    static Klasa()
    {
        ...
    }
}
```

Konstruktory klasy

Przykład

```
class Klasa {
    static Klasa()
    {
        ...
    }
}
```

Wykonanie konstruktora

Konstrukor klasy jest wykonywany tylko raz, w momencie ładowania klasy.

Ponowne definiowanie pól i metod statycznych

```
class FloatConsts
{
    public static Pi = 3.1415;
}

class DoubleConsts : FloatConsts
{
    public static new Pi = 3.14159265358979323846;
}
```

Operatory

```
class Matrix
{
    float[ ] store;
}
```

Operatory

```
class Matrix
{
    float[ ] store;
}
```

```
Matrix m1, m2, m3;
...
m3 = m1 + m2;
```

Deklaracja własnych operatorów

```
class Matrix
{
    float[ ] store;
    public static Macierz operator+(Macierz t1, Macierz t2)
    {
        return new Macierz();
    }
}
```