

# Tomáš Oberhuber

Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering  
Czech Technical University in Prague

## Úvod do OOP

Chceme napsat program pro manipulaci se dvěma funkcemi typu

- $g(x) = ax^2 + bx + c$ ,
  - $a, b, c$  jsou koeficienty polynomu druhého stupně
- $h(x) = A \sin(fx + p)$ ,
  - $A$  je amplituda,  $f$  je frekvence a  $p$  je fáze

Chceme napsat program v jazyce C pro vykreslení těchto funkcí.

```
1 enum Function { quadratic , sinus };
2
3 void drawFunction( Function function ,
4                 double left , double right , double step ,
5                 double a , double b , double c ,
6                 double A , double f , double p )
7 {
8     for( double x = left ; x <= right ; x += step )
9     {
10        double fx = 0;
11        switch( function )
12        {
13            case quadratic:
14                fx = ( a * x + b ) * x + c;
15                break;
16            case sinus:
17                fx = A * sin( f * x + p ) ;
18                break;
19            default:
20                printf( "Unknown function. \n" );
21                abort();
22        }
23        printf( " %f %f \n", x , fx );
24    }
25 }
```

Volání této funkce by pak vypadalo takto:

```
1 int main( int argc , char* argv[] )
2 {
3     /****
4     * Evaluate  $f(x) = 2x^2 + 3x + 1$  on  $\langle 0,1 \rangle$ 
5     */
6     drawFunction( quadratic , // we work with quadratic function
7                 0.0, 1.0, // on interval  $\langle 0, 1 \rangle$ 
8                 0.1, // we draw it with resolution 0.1
9                 // -> 11 points on the interval
10                2.0, 3.0, 1.0, // polynom coefficients
11                0.0, 0.0, 0.0 // sinus coefficient - do not make
12                );
13
14    /****
15    * Evaluate  $f(x) = 2 \sin( 5x + 1 )$  on  $\langle 0,1 \rangle$ 
16    */
17    drawFunction( sinus , // we work with sine function
18                0.0, 1.0, // on interval  $\langle 0, 1 \rangle$ 
19                0.1, // we draw it with resolution 0.1
20                // -> 11 points on the interval
21                0.0, 0.0, 0.0, // polynom coefficients - do not make
22                2.0, 5.0, 1.0 // sinus coefficients
23                );
24
25 }
```

## Úvod do OOP

Tento přístup má několik nevýhod:

- i když vykresluji vždy jen jednu funkci, musím předávat parametry pro obě
  - jedna sada parametrů je vždy zbytečná
  - mohl bych sice použít jednu sadu parametrů pro obě funkce, ale pak bych přišel o přirozené pojmenování parametrů tak, jak jsme zvyklí z teorie
- funkce `drawFunction` tak má příliš mnoho parametrů a při jejich předávání snadno dojde k chybě
- s každou další funkcí bych musel měnit parametry funkce `drawFunction`
- proměnná `function` může mít omylem špatnou hodnotu

## Úvod do OOP

Vidíme, že máme na jedné straně funkční předpis (instrukce), např.:

```
1 fx = ( a * x + b ) * x + c;
```

a na druhé straně parametry (data), např.:

```
1 double a, double b, double c
```

Řešením našeho problému je obalení instrukcí i dat do jednoho balíčku, tj. **objektu**.

Nejprve obalíme data:

```
1 enum Function { quadratic , sinus };
2
3 struct Quadratic
4 {
5     double a, b, c;
6 }
7
8 struct Sinus
9 {
10    double A, f, p;
11 }
```

```
1 void drawFunction( Function function ,
2                   double left , double right , double step ,
3                   void* data )
4 {
5     for( double x = left; x <= right; x += step )
6     {
7         double fx = 0;
8         switch( function )
9         {
10            case quadratic:
11            {
12                Quadratic* f = ( Quadratic* ) data;
13                fx = ( f->a * x + f->b ) * x + f->c;
14                break;
15            }
16            case sinus:
17            {
18                Sinus* f = ( Sinus* ) data;
19                fx = f->A * sin( f->f * x + f->p );
20                break;
21            }
22            default:
23                printf( "Unknown function. \n" );
24                abort();
25            }
26            printf( " %f %f \n", x, fx );
27        }
28 }
```



Volání této funkce by pak vypadalo takto:

```
1 int main( int argc , char* argv[] )
2 {
3     /***
4     * Evaluate  $f(x) = 2x^2 + 3x + 1$  on  $\langle 0,1 \rangle$ 
5     */
6     Quadratic f1;
7     f1.a = 2.0;
8     f1.b = 3.0;
9     f1.c = 1.0;
10    drawFunction( quadratic, // we work with quadratic function
11                 0.0, 1.0, // on interval  $\langle 0, 1 \rangle$ 
12                 0.1,     // we draw it with resolution 0.1
13                         //    -> 11 points on the interval
14                 &f1      // pointer to function data
15                 );
16
17    /***
18    * Evaluate  $f(x) = 2 \sin( 5x + 1 )$  on  $\langle 0,1 \rangle$ 
19    */
20    Sinus f2;
21    f2.A = 2.0;
22    f2.f = 5.0;
23    f2.p = 1.0;
24    drawFunction( sinus, // we work with sine function
25                 0.0, 1.0, // on interval  $\langle 0, 1 \rangle$ 
26                 0.1,     // we draw it with resolution 0.1
27                         //    -> 11 points on the interval
28                 &f2      // pointer to function data
29                 );
30
31 }
```

## Úvod do OOP

- tím jsme se zbavili problému s předáváním parametrů
- výpočet hodnoty je však stále prováděn nešikovně
- při volání funkce `drawFunction` musíme dávat dobrý pozor, aby spolu spravně seděl typ předávaných dat `data` a hodnota proměnné `function`
- proto nejprve kód pro výpočet hodnoty funkce přesuneme k samotným parametrům

```
1 enum Function { quadratic , sinus };
2
3 struct Quadratic
4 {
5     double a, b, c;
6
7     double getFx( double x )
8     {
9         return ( a * x + b ) * x + c;
10    }
11 }
12
13 struct Sinus
14 {
15     double A, f, p;
16
17     double getFx( double x )
18     {
19         fx = A * sin( f * x + p );
20     }
21 }
```

```
1 void drawFunction( Function function ,
2                   double left , double right , double step ,
3                   void* data )
4 {
5     for( double x = left; x <= right; x += step )
6     {
7         double fx = 0;
8         switch( function )
9         {
10            case quadratic:
11            {
12                Quadratic* f = ( Quadratic* ) data;
13                fx = f->getFx( x );
14                break;
15            }
16            case sinus:
17            {
18                Sinus* f = ( Sinus* ) data;
19                fx = f->getFx( x );
20                break;
21            }
22            default:
23                printf( "Unknown function. \n" );
24                abort();
25        }
26        printf( " %f %f \n", x, fx );
27    }
28 }
```

Volání této funkce by se nezměnilo.

Nyní k parametrů přidáme i typ funkce:

```
1 enum Function { quadratic, sinus };
2
3 struct Quadratic
4 {
5     double a, b, c;
6
7     double getFx( double x )
8     {
9         return ( a * x + b ) * x + c;
10    }
11
12    Function getType()
13    {
14        return quadratic;
15    }
16 }
17
18 struct Sinus
19 {
20     double A, f, p;
21
22     double getFx( double x )
23     {
24         fx = A * sin( f * x + p );
25     }
26
27     Function getType()
28     {
29         return sinus;
30     }
31 }
```

Volání funkce `drawFunction` se pak změní takto:

```
1 int main( int argc, char* argv[] )
2 {
3     /***
4     * Evaluate  $f(x) = 2x^2 + 3x + 1$  on  $\langle 0,1 \rangle$ 
5     */
6     Quadratic f1;
7     f1.a = 2.0;
8     f1.b = 3.0;
9     f1.c = 1.0;
10    drawFunction( f1.getType(), // WE DO NOT NEED TO CARE ABOUT FUNCTION TYPE
11                0.0, 1.0,      // on interval  $\langle 0, 1 \rangle$ 
12                0.1,          // we draw it with resolution 0.1
13                              // -> 11 points on the interval
14                &f1           // pointer to function data
15                );
16
17    /***
18    * Evaluate  $f(x) = 2 \sin( 5x + 1 )$  on  $\langle 0,1 \rangle$ 
19    */
20    Sinus f2;
21    f2.A = 2.0;
22    f2.f = 5.0;
23    f2.p = 1.0;
24    drawFunction( f2.getType(), // WE DO NOT NEED TO CARE ABOUT FUNCTION TYPE
25                0.0, 1.0,      // on interval  $\langle 0, 1 \rangle$ 
26                0.1,          // we draw it with resolution 0.1
27                              // -> 11 points on the interval
28                &f2           // pointer to function data
29                );
30
31 }
```

# Úvod do OOP

- takto je to výrazně jednodušší, stále ale ne úplně elegantní
- vidíme, že s oběma funkcema navenek manipulujeme stejně, uvnitř mají pouze různou implementaci
- taková situace nastává při psaní kódu velice často
- v OOP ji řeší tzv. dědičnost
- nejprve si navrheme objekt popisující obecnou funkci

```
1 struct Function
2 {
3     virtual double getFx( double x );
4 }
```

- říkáme, že všechny naše funkce budou umět vrátit hodnotu v bodě  $x$  pomocí **metody** `getFx`
- slovo `virtual` znamená, že implementace této metody se bude pro různé funkce lišit



Implementace funkcí pak může vypadat takto:

```
1 struct Quadratic : public Function // !!!!
2 {
3     double a, b, c;
4
5     double getFx( double x )
6     {
7         return ( a * x + b ) * x + c;
8     }
9 }
10
11 struct Sinus : public Function // !!!!
12 {
13     double A, f, p;
14
15     double getFx( double x )
16     {
17         fx = A * sin( f * x + p );
18     }
19 }
```

Všimněme si, že jsme zrušili řádek

```
1 enum Function { quadratic, sinus };
```

a dále jsme odstranili metody `getType()` z obou funkcí.

# Úvod do OOP

Další důležitá změna je v deklaraci funkcí např.

```
1 struct Quadratic : public Function
```

- tím říkáme, že objekt `Quadratic` je tzv. **odvozen** od objektu `Function`
- znamená to, že `Quadratic` **dědí** stejné vlastnosti jako `Function`
- **nyní mohu s objekty typu `Quadratic` a `Sinus` pracovat jako s objekty typu `Function` a překladač zařídí to, že budou správně rozpoznány**

Funkce `drawFunction` nyní bude vypadat takto:

```
1 void drawFunction( Function* function ,  
2                   double left , double right , double step )  
3 {  
4     for( double x = left; x <= right; x += step )  
5     {  
6         printf( " %f %f \n", x, function->getFx( x ) );  
7     }  
8 }
```

- celou konstrukci s příkazy `switch . . . . case`, za nás vytvoří překladač jazyka C++
- tím nám šetří práci a zaručí, že nedojde k chybě programátora

Volání funkce `drawFunction` se pak změní takto:

```
1 int main( int argc , char* argv[] )
2 {
3     /****
4     * Evaluate  $f(x) = 2x^2 + 3x + 1$  on  $\langle 0,1 \rangle$ 
5     */
6     Quadratic f1;
7     f1.a = 2.0;
8     f1.b = 3.0;
9     f1.c = 1.0;
10    drawFunction( &f1 , // WE DO NOT NEED TO CARE ABOUT FUNCTION TYPE
11                 0.0, 1.0, // on interval  $\langle 0, 1 \rangle$ 
12                 0.1, // we draw it with resolution 0.1
13                 // -> 11 points on the interval
14                 );
15
16    /****
17    * Evaluate  $f(x) = 2 \sin( 5 * x + 1 )$  on  $\langle 0,1 \rangle$ 
18    */
19    Sinus f2;
20    f2.A = 2.0;
21    f2.f = 5.0;
22    f2.p = 1.0;
23    drawFunction( &f2 , // WE DO NOT NEED TO CARE ABOUT FUNCTION TYPE
24                 0.0, 1.0, // on interval  $\langle 0, 1 \rangle$ 
25                 0.1, // we draw it with resolution 0.1
26                 // -> 11 points on the interval
27                 );
28
29 }
```

## Úvod do OOP

**Další velkou výhodou je to, že pokud nyní budu chtít do svého programu přidat další funkci, stačí pouze napsat její implemetaci, ale kód funkce `drawFunction` již měnit nemusím!!!**

Např.

```
1 struct Gauss : public Function
2 {
3     double sigma, mu;
4
5     double getFx( double x )
6     {
7         double aux = ( x - mu ) / sigma;
8         return 1.0 / ( sigma * sqrt( 2.0 * M_PI ) ) *
9             exp( -0.5 * aux * aux );
10    }
11 }
```