PB161 Programování v jazyce C++
Přednáška 8

Dědičnost
Návrhové principy v OOP
Statické položky tříd

Nikola Beneš

15. listopadu 2016

Rekapitulace z minula (a nová otázka k zamyšlení)

https://kahoot.it

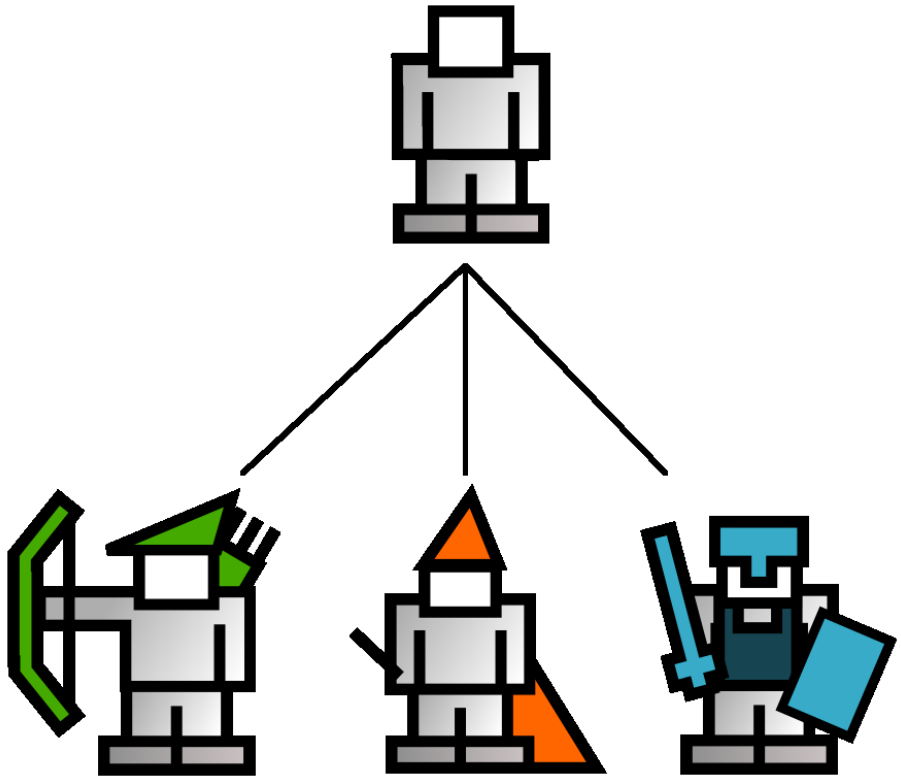
```
class A {
public:
    void f() { cout << "Af "; }
    virtual void g() { cout << "Ag "; }
};
class B : public A {
public:
    void f() { cout << "Bf "; }
    virtual void g() override { cout << "Bg "; }
};

int main() {

    A a; a.f(); a.g(); // 1
    B b; b.f(); b.g(); // 2
    A a; A& ref = a; ref.f(); ref.g(); // 3
    B b; A& ref = b; ref.f(); ref.g(); // 4

}
```

Dědičnost



Dědičnost

Co už (možná) víte z minula?

- třída může dědit od jiné třídy
  - co všechno se dědí?
  - atributy i metody
- dědičnost realizuje *podtypy*
  - vztah *IS-A*
  - lučištník je pozemní jednotka (an archer *is a* landunit)
  - pes je zvíře (a dog *is an* animal)
  - ukazatel/reference na předka se může odkazovat na potomka
- dědičnost může usnadnit znovupoužívání kódu
  - není to ale jediná možnost
  - kdy je to dobrý nápad?
- s dědičností souvisí pojmy časná a pozdní vazba

Dědičnost v C++

```
class Base { /* ... */ };

class Derived : public Base { /* ... */ };
```

- v tomto předmětu používáme pouze `public` dědičnost
- `Derived` má přístup k:
  - veřejným a `protected` atributům a metodám `Base`
- uživatelé `Derived` mají přístup k:
  - veřejným atributům a metodám `Derived` včetně zděděných veřejných atributů a metod
- v jakém pořadí se volají konstruktory?
  - konstruktor předka se provede před konstruktorem potomka
  - předek je „jakoby“ prvním atributem potomka
- v jakém pořadí se volají destruktory?
  - destruktor potomka se provede před destruktorem předka

[ukázka]

Časná a pozdní vazba

Mám-li referenci/ukazatel na objekt a zavolám na něm metodu, která metoda se zavolá?

- časná vazba (early binding): podle typu ukazatele/reference
- pozdní vazba (late binding): podle skutečného typu objektu

Který typ vazby je v C++ defaultní a proč?

Vynucení pozdní vazby – klíčové slovo `virtual`

- metoda s klíčovým slovem `virtual` ve třídě předka
- překrývající metody ve třídách potomků můžou a nemusí mít klíčové slovo `virtual` (metoda je virtuální každopádně)
- od C++11: klíčové slovo `override`
  - sdělujeme úmysl překrýt (override) metodu z předka
  - překladač nás hlídá

[ukázka]

Časná a pozdní vazba – Destruktory

V čem je problém?

```
class Base {
public:
    ~Base() { cout << "~Base()\n"; }
};
class Derived : public Base {
public:
    ~Derived() { cout << "~Derived()\n"; }
};
int main() {
    Derived d;
    unique_ptr<Base> uptr = make_unique<Derived>();
}
```

Co s tím? A co když Base ani Derived nemají destruktor?

Virtuální destruktory

Herb Sutter: A *base class destructor* should be either public and virtual, or protected and nonvirtual.

In brief, then, you're left with one of two situations. Either:

a) *you want to allow polymorphic deletion through a base pointer, in which case the destructor must be virtual and public; or*

b) *you don't, in which case the destructor should be nonvirtual and protected, the latter to prevent the unwanted usage.*

Doporučení

Kdy psát `virtual`?

- je daná třída součástí objektové hierarchie?
- bude se od dané třídy dědit?
- je metoda určená k tomu, aby ji potomci překrývali vlastní implementací?

Jak psát virtuální metody?

- v předkovi použijte klíčové slovo `virtual`
- v potomcích použijte klíčové slovo `override`
  - ušetří to spoustu času stráveného hledáním chyb
  - můžete v potomcích psát i `virtual`, ale není to potřeba
- co když nemám v předkovi žádnou vhodnou implementaci?
  - použijte *čistě virtuální* metodu (syntax = 0)

[ukázka]

Abstraktní třídy, rozhraní

Abstraktní třída

- má alespoň jednu čistě virtuální metodu
- nelze od ní vytvářet instance

Čistě abstraktní třída

- všechny její metody jsou čistě virtuální (s případnou výjimkou destruktoru)

Rozhraní (interface)

- čistě abstraktní třída bez atributů (s případnou výjimkou statických položek, viz dále)
- nedrží žádná data, deklaruje pouze, které metody bude možno volat
- v C++ není speciální klíčové slovo, jen dohoda

Vícenásobná dědičnost

Je možno dědit od více tříd?

- ano

Je to dobrý nápad?

- jak kdy
- bez problému, pokud dědíme pouze od rozhraní

```
class IPrinter { /* ... */ };
class IScanner { /* ... */ };
class Copier: public IPrinter, public IScanner { /* ... */ };
```

Co když dědíme od jiných druhů tříd?

- může nastat problém, pokud se tyto třídy nějakým způsobem překrývají (mají stejnou metodu/atribut, dědí od stejné třídy)
- problém s děděním od stejné třídy se nazývá *diamond problem*
- řeší se virtuální dědičností (pokročilejší téma, v následujícím předmětu)

Dědičnost a přetypování

Co už možná (ne)víte o přetypování v C++

- Céčkové přetypování ve stylu `(typ)hodnota` je nebezpečné a nemělo by se v C++ používat
- pro přetypování mezi primitivními typy můžeme použít `static_cast<typ>(hodnota)`
  - změna celočíselné hodnoty na `enum`
  - změna ukazatele na `void *` a naopak (pozor na nedef. chování)

Přetypování v objektové hierarchii

- ukazatel na potomka se umí přetypovat na ukazatel na předka (podobně pro reference)
- opačný směr? `dynamic_cast<typ>(hodnota)`
  - rozhoduje se *za běhu* programu
  - jen pokud je někde v hierarchii virtuální metoda (proč?)
  - používejte zřídka a jen pokud k tomu máte dobrý důvod, preferujte rozumně navržené virtuální metody

[ukázka]

Kompozice vs. dědičnost

Dědičnost je vztah *IS-A*

- potomek má vlastnosti předka
- potomka je možno přetypovat na předka

Kompozice je vztah *HAS-A*

- objekt se skládá z jiných objektů
  - auto se skládá z motoru, kol, dveří, ...
  - počítač se skládá z procesoru, paměti, disků, ...
- reprezentace v OOP jazyce:
  - třída má atributy, které jsou typu jiné třídy
- třída tím obsahuje vlastnosti těchto jiných tříd
- není ale jejich potomkem, nemůže je zastoupit

Proč o tom mluvíme? Časté zneužití dědičnosti tam, kde by byla lepší kompozice.

Příklady špatného použití dědičnosti

```
class Laptop : public CPU, public RAM { /* ... */ };

class Stack : public Vector { /* ... */ };

class Properties : public HashTable { /* ... */ };

class Square : public Rectangle { /* ... */ }; // ???

class ComputerWithPrinter : public Computer { /* ... */ };
```

Složitější:

```
class Teacher : public Person { /* ... */ };
class Student : public Person { /* ... */ };
```

- co když je někdo zároveň student a učitel?
- kompozice místo dědičnosti: role

Návrhové principy a vzory

Návrhové principy v OOP

Jak správně navrhnout objektovou hierarchii?

- co umístit do jedné třídy?
- jaké vztahy mezi třídami?

Jak se pozná špatný návrh?

- malé změny vyžadují velké úpravy
- změny způsobí nečekané problémy
- velká provázanost (s konkrétní aplikací, s jiným kódem)

Návrhové principy v OOP (pokr.)

Základní návrhové principy pro OOP

- **S**RP – *The Single Responsiblity Principle*
- **O**CP – *The Open/Closed Principle*
- **L**SP – *The Liskov Substitution Principle*
- **I**SP – *The Interface Segregation Principle*
- **D**IP – *The Dependency Inversion Principle*

- `https://en.wikipedia.org/wiki/SOLID_(object-oriented_design)` (odkazy v části *References*)

Principy **S**OLID

The Single Responsiblity Principle

- (už jsme viděli)
- „Třída by měla mít jediný důvod ke změně.“
- obecnější princip: každý se stará o jednu věc

Důsledky porušení

- změna jedné z funkcionalit vyžaduje rekompilaci
- úprava kódu poruší více funkcionalit

Principy **S**OLID

Příklad porušení SRP

- třída `Rectangle` zároveň vykresluje čtverec a počítá jeho obsah
- někteří uživatelé potřebují obě tyto funkcionality, někteří jen jednu

Lepší řešení

- rozdělit funkcionalitu `Rectangle` do dvou tříd
- o počítání obsahu se postará `GeometricRectangle`

Principy S**O**LID

The Open/Closed Principle

- „Třídy by mělo být možné rozšiřovat, ale bez jejich modifikace.“
- nejen třídy (moduly, jiné entity)
- *open for extension*: možnost přidávat chování
- *closed for modification*: možnost použití jiným kódem
- dosahuje se použitím dědičnosti a abstrakce

Související

- nepoužívat globální proměnné
- soukromé atributy objektů
- používat `dynamic_cast` opatrně (proč?)

Důsledek porušení: kaskáda změn v kódu

Principy SOLID

The Liskov Substitution Principle

- (už jsme v podstatě viděli)
- „Potomek může zastoupit předka.“
- funkce očekávající objekt typu předka musí fungovat s objekty typu potomka, aniž by o tom věděly
- úzce souvisí s OCP

Důsledek porušení: neočekávané chování (špatné předpoklady)

Principy SOLID

Příklad porušení LSP

- mějme třídu `Rectangle` a třídu `Square`, která z ní dědí
- obě mají metody `setWidth` a `setHeight` (a odpovídající `get`)

```
void f(Rectangle& r) {
    r.setWidth(5);
    r.setHeight(6);
    assert(r.getWidth() * r.getHeight() == 30);
}
```

- kde je problém?
- čtverec je pravoúhelník, ale objekt typu `Square` není objektem typu `Rectangle` (mají jiné *chování*)

Principy SOLID

The Interface Segregation Principle

- „Vytvářejte specifická rozhraní pro specifické klienty.“
- více malých rozhraní je lepší než jedno obrovské
- klienti by neměli být nuceni záviset na rozhraních, které nepoužívají
- souvisí s SRP

Jak dosáhnout?

- rozhraní s mnoha metodami: kdo je používá?
- opravdu používají všichni všechny metody?
- rozdělit metody do samostatných rozhraní
- použití vícenásobné dědičnosti

Principy SOLI**D**

The Dependency Inversion Principle

- obecné třídy by neměly záviset na specializovaných třídách; všichni by měli záviset na abstrakcích
- abstrakce by neměly záviset na detailech, ale naopak
- souvisí s OCP a LSP
- použití rozhraní (čistě abstraktních tříd)

Důsledky porušení:

- přidání podpory nového typu vede ke změně v obecné třídě
- obecná třída použitelná jen pro co byla implementována

Principy SOLI**D**

Příklad porušení:

- třída `Worker` s metodou `work()` a třída `Manager`, která ji používá
- závislost `Manager` $\rightarrow$ `Worker`
- co když budeme chtít přidat novou třídu `SuperWorker`?

Řešení:

- vytvoření abstrakce (rozhraní) `IWorker`
- závislosti `Manager` $\rightarrow$ `IWorker`, `Worker` $\rightarrow$ `IWorker`, ...

Keep It Simple, Stupid!

Princip KISS

- jednoduché, postačující řešení může být lepší než komplikované a rafinované
  - snazší pochopení (dalšími vývojáři, námi samotnými)
  - menší riziko chyby
- kompromis mezi aktuálními a budoucími požadavky
  - příliš mnoho budoucích požadavků návrh komplikuje
  - omezení na aktuální požadavky vadí budoucí rozšiřitelnosti
- průběžný vývoj, refaktorizace (nebát se!)

Návrhové vzory

Motivace

- opakující se programátorské problémy
- opakující se způsoby řešení
- vhodné konstrukce pro řešení: návrhové vzory

- kniha *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software* (23 vzorů)
- autoři *Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides* (tzv. Gang of Four, GoF)

- existují i jiné návrhové vzory
- kde začít?
  `https://en.wikipedia.org/wiki/Software_design_pattern`

Návrhové vzory

Co je návrhový vzor?

- (jednoduchý) způsob, jak řešit skupiny podobných problémů
- opakovatelný, (víceméně) nezávislý na konkrétní aplikaci či jazyce

Pozitiva

- řeší běžné problémy
- mohou zlepšovat kód a jeho udržovatelnost

Kritika

- zbytečně složité na jednoduché problémy
- nadužívání může vést ke komplikovanějšímu kódu
- často řeší jen nedokonalost používaného jazyka

Statické položky tříd

Klíčové slovo `static`

Znáte (možná) z C

- statické proměnné uvnitř funkcí
- uchovávají si hodnotu mezi voláními funkce
- (schované globální proměnné)

Statické položky (atributy, metody) tříd

- patří třídě jako takové, ne jejím objektům
- je možno k nim přistupovat i bez aktuálního objektu
- mohou k nim přistupovat i objekty
- inicializace statických atributů
  - ne v hlavičkovém souboru (proč?)
  - mimo deklaraci třídy

[ukázka použití – automatické přidělování ID]

Závěrečný kvíz

https://kahoot.it

```
class A {
public:
    void f() { cout << "Af "; g(); }
    virtual void g() { cout << "Ag "; }
};
class B : public A {
public:
    void f() { cout << "Bf "; }
    void g() override { cout << "Bg "; }
};

int main() {
    B b; A* ptr = &b; ptr->f();
}
```