Sztuka Wytwarzania Oprogramowania

Wykład 4 - obiektowe wzorce projektowe, cz 2

Robert Nowak

23Z

Obiektowe wzorce projektowe

standardowe, sprawdzone w praktyce, rozwiązania często pojawiających się problemów projektowych

Plan wykładu

- fabryki
  - fabryka skalowalna, fabryka prototypów
  - fabryka abstrakcyjna
  - singleton
- wizytator
- wielometoda
- most
  - ukrywanie implementacji (plmpl)
  - wstrzykiwanie zależności

Fabryka skalowalna, fabryka prototypów

Różnice między inicjacją obiektu a jego użyciem

Polimorfizm (dziedziczenie, funkcje wirtualne)

- pozwala tworzyć abstrakcje i posługiwać się nimi
- wspomaga wielokrotne wykorzystanie kodu i przenośność

Mechanizmy te nie są dostępne podczas inicjacji

```
class Bazowa { /* ...  */ };
class KonkretnaA : public Bazowa { /* ...  */ };
class KonkretnaB : public Bazowa { /* ...  */ };

Bazowa* pb = new KonkretnaA; //Trzeba podać typ
```

Inicjacja:

- wymaga podania konkretnego typu
- typ musi być znany w momencie kompilacji

Fabryki obiektów

Gdy istnieje informacja o typie, ale forma jest nieodpowiednia dla kompilatora (przykład: odczyt/zapis obiektów z/do pliku)

```
class Figura {
  public:
  enum { KWADRAT, KOLO, /* ...  */ };
  virtual bool zapisz(std::ostream& os) = 0;
  /* ...  */
};
class Kwadrat : public Figura { /* ...  */ }

bool Kwadrat::zapisz(std::ostream& os) {
  os << KWADRAT;
  //zapisuje poszczególne składowe
};
```

Prosta fabryka obiektów

```
Figura* create(std::istream& is) {
  int typ;
  is >> typ;
  Figura* obj;//wczytywany obiekt
  switch(typ) {
    case KWADRAT:
      obj = new Kwadrat();
    break;
    case KOLO: //...
    default: //błąd - nieznany typ
  }
  obj->read(is);//wczytuje składowe
  return obj;
}
```

- problemy przy dodawaniu nowych klas konkretnych
- zależność od wszystkich klas w hierarchii

Fabryka skalowalna

każdy typ konkretny sam się rejestruje (brak zależności)

```
class FigFactory {
public:
  using CreateFigFun = Figura* (*)();
  //Rejestruje nowy typ w fabryce
  bool RegisterFig(int id, CreateFigFun fun);
  //Tworzy obiekt danego typu
  Figura* create(int id);
private:
  using Callbacks = std::map<int, CreateFigFun>;
  Callbacks callbacks_;
};
//Kreator dla danego typu
Figura* CreateKwadratFun() {
  return new Kwadrat;
};
```

Fabryka skalowalna (2)

```
//Implementacja metody create
Figura* FigFactory::create(int id) {
  Callbacks::const_iterator i = callbacks_.find(id);
  if(i == callbacks_.end() )
  //Błąd - nieznany typ figury
  else
  return (i->second)();
}
```

problem z identyfikatorem

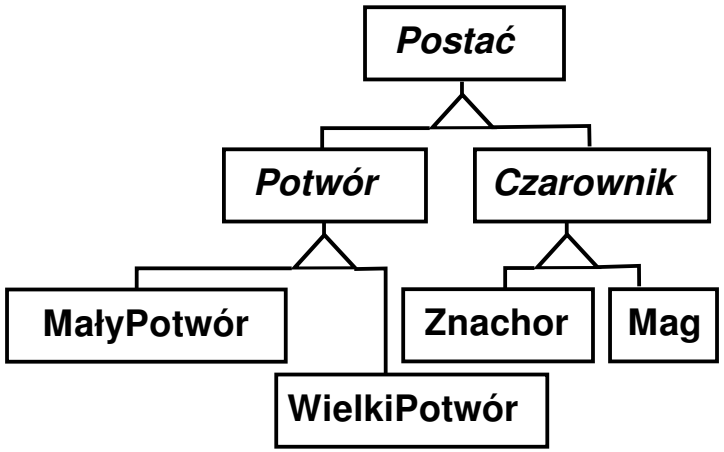
- wykorzystanie RTTI (type_id)
- generowanie identyfikatorów

Fabryka prototypów - wzorzec prototypu (clone)

```
class FigCloneFactory {
  public:
  //Rejestruje nowy typ w fabryce
  bool RegisterFig(int id, Figure* prototype);
  //Tworzy obiekt danego typu
  Figure* create(int id) {
    //Woła metodę clone na odpowiednim prototypie
    return prototypes_.find(id)->second->clone();
  }
  private:
    std::map<int, Figure*> prototypes_;
};
```

Fabryka abstrakcyjna

Fabryka abstrakcyjna (abstract factory)




```
class AbstractFactoryPostac {
public:
virtual Potwor* utworzPotwora()=0;
virtual Czarownik* utworzCzarownika()=0;
/* ...  */
};
```

```
class FactoryPoczatkujacy : public AbstractFactoryPostac {
  virtual Potwor* utworzPotwora() { return new MalyPotwor; }
  virtual Czarownik* utworzCzarownika() { return new Znachor; }
};
class FactoryZaawansowany : public AbstractFactoryPostac {
  virtual Potwor* utworzPotwora() { return new WielkiPotwor; }
  virtual Czarownik* utworzCzarownika() { return new Mag; }
};
```

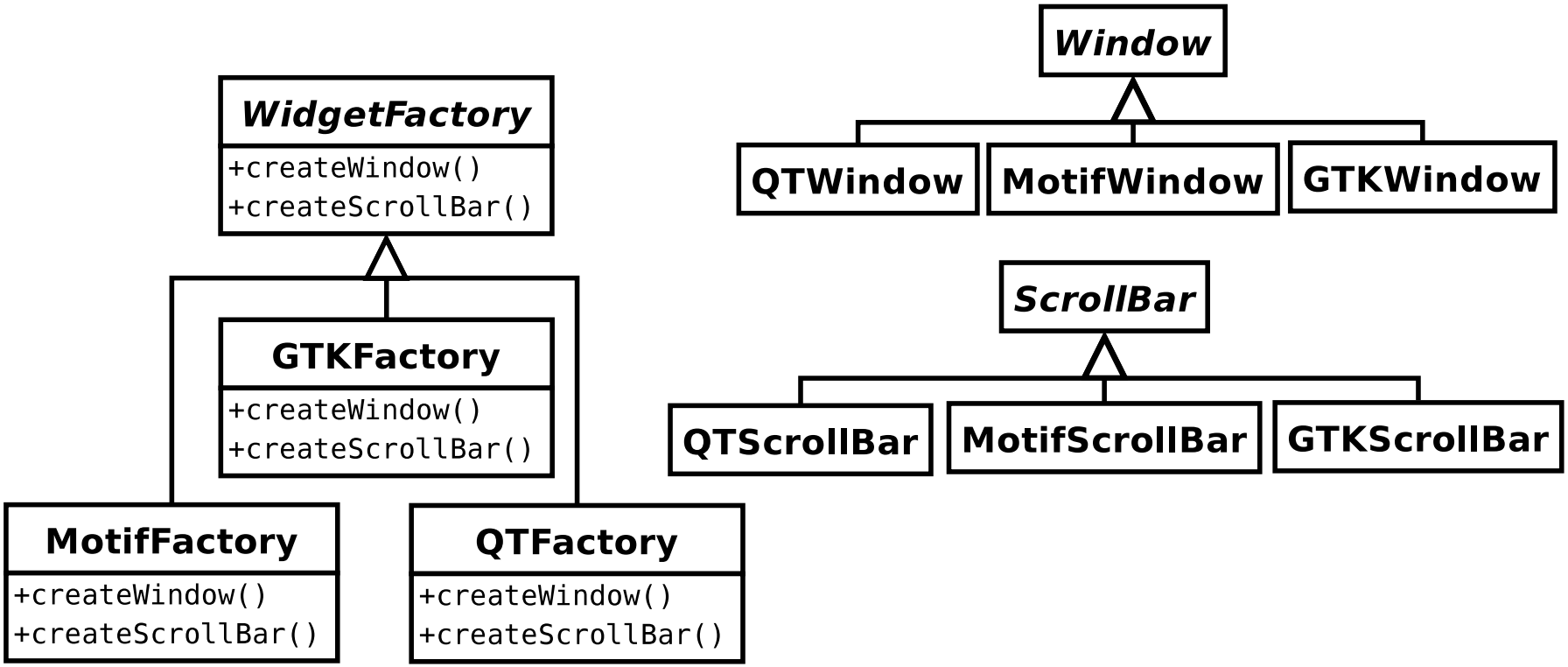
Fabryka abstrakcyjna - przykład użycia

Fabryka abstrakcyjna

- produkty abstrakcyjne (np. Potwor)
- produkty konkretne (np. MalyPotwor)

```
class Gra {
  public:
  void poziom() {
    if(/* użytkownik wybrał poziom początkujący */)
      pFactory_ = new FactoryPoczatkujacy;
    else
      pFactory_ = new FactoryZaawansowany;
  }
  private:
  AbstractFactoryPostac* pFactory_;
};
```

Fabryka abstrakcyjna - przykład 2



Singleton

Wzorzec singletona

Obiekt globalny (problemy):

- inicjacja
- jedna kopia w programie

```
class Singleton {
public:
  static Singleton* getInstance() { //Dostęp do obiektu
    if(!pInstance_)
      pInstance_ = new Singleton;
    return pInstance_;
  }
private: Singleton(); //Prywatny konstruktor
  Singleton(const Singleton&) = delete; //zabroniony, C++11
  Singleton& operator=(const Singleton&) = delete; //zabroniony, C++11
  static Singleton* pInstance_;
};
Singleton* Singleton::pInstance_ = nullptr; //w pliku .cpp
```

Wizytator

Wzorzec wizytatora - wstęp

Modyfikacje ze względu na wprowadzane zależności:

- dodawanie klas w hierarchii - proste
- dodawanie metod do interfejsu - złożone

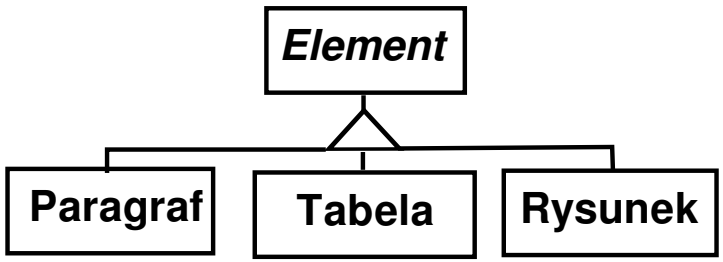
Stosuje się wzorzec wizytatora gdy:

- ustalona hierarchia klas
- wiele metod, metody mogą się zmieniać

Przykład: edytor dokumentów

Operacje:

- generowanie wydruku
- generowanie statystyk
- sprawdzanie pisowni
- ...



Rozwiązanie (uciążliwe) - bezpośrednie

```
//Klasa do statystyk
class Stat {
public:
  void
  dodajZnaki(int z){
    znaki_ += z;
  };
  //...
private:
  int znaki_;
  int slowa_;
  int rysunki_;
};
```

```
class Element {
public: //Interfejs w klasie bazowej
  virtual void updateStat(Stat& s) = 0;
};
//Implementacja w każdej klasie konkretnej
void Paragraf::updateStat(Stat& s) {
  s.dodajZnaki(/* znaki w paragr.  */);
  s.dodajSlowa(/* słowa w paragr.  */);
}
void Rysunek::updateStat(Stat& s) {
  s.dodajRysunki(1);
}
```

- przetwarzanie zaimplementowane w wielu miejscach
- każda klasa w hierarchii jest zależna od klas potrzebnych do przetwarzania

Rozwiązanie (błędne) - badanie typu

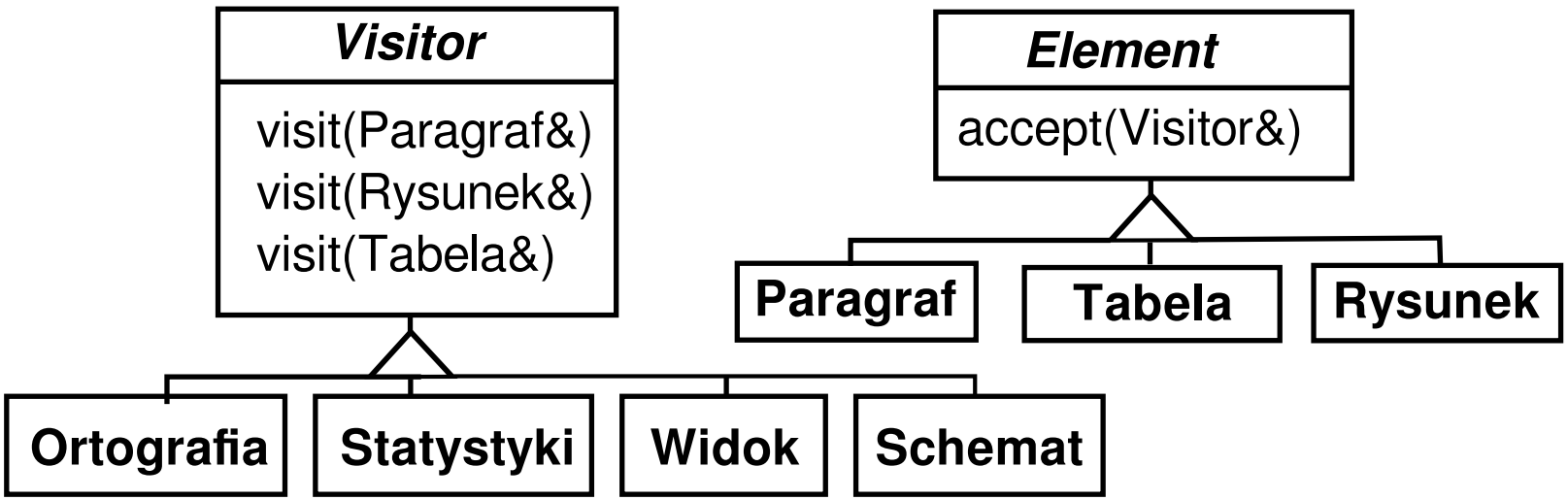
- przetwarzanie w jednym miejscu
- brak zależności od klas potrzebnych do przetwarzania

```
void Stat::Update(const Element& elem) {
  if(const Paragraf* p = dynamic_cast<const Paragraf*>(&elem) ) {
    znaki_ += p->znaki();
    slowa_ += p->slowa();
  } else if (dynamic_cast<const Rysunek*>(&elem) ) {
    ++rysunki_;
  }
  /* ...  */
}
```

- problemy z badaniem typu
- czasochłonne

Wizytator - hierarchia klas wizytujących

- Element - klasa bazowa dla odwiedzanej hierarchii klas (hierarchia rzadko zmieniana)
- Wizytator - klasa bazowa. Oddzielna metoda dla każdego z typów w wizytowanej hierarchii.



Rozwiązanie wykorzystujące wizytator

Operacja zależna od dwu typów: typ wizytatora i typ elementu

```
class Element { //Klasa bazowa
public:
  virtual void accept(Wizytator& v) = 0;
};
class Paragraf : public Element {
public:
  virtual void accept(Wizytator& v) {
    v.visit(*this);//Woła visit(Paragraf&)
  }
};
class Wizytator { //Abstrakcyjny wizytator
public:
  virtual void visit(Paragraf&) = 0;
  virtual void visit(Rysunek&) = 0;
  virtual void visit(Tabela&) = 0;
};
```

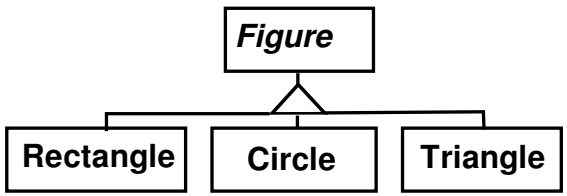
Implementacja konkretnego wizytatora

```
//Konkretny wizytator
class Stat : public Wizytator {
public:
  void visit(Paragraf& p) {
    znaki_ += p.znaki(); slowa_ += p.slowa();
  }
  void visit(Rysunek&) {
    ++rysunki_;
  }
  /* ...  */
};

//Obliczanie statystyk
Stat s;
for(Element* e : document->elements) //elementy dokumentu
  e->accept(s);
//Tutaj już mamy obliczone statystyki
```

Wielometoda

Wielometody




```
class Figure { //dostarcza wizytatora
public:
  virtual void accept(Visitor& v) const = 0;
};
```

```
struct Visitor { //wizytator bazowy
  virtual void visit(const Rectangle&) = 0;
  virtual void visit(const Circle&) = 0;
  virtual void visit(const Triangular&) = 0;
};
class Rectangle : public Figure {
public: //przykładowa implementacja metody accept
  virtual void accept(Visitor& v) { v.visit(*this); }
};
double intersect(const Circle& a, const Circle& b);
double intersect(const Circle& a, const Rectangle& b);
double intersect(const Rectangle& a, const Rectangle& b);
```

Wielometody - implementacja bezpośrednia (uciążliwa)

```
double intersect(const Figure& a, const Figure& b) {
  if(Circle* pa = dynamic_cast<Circle*>(&a) ) {
    if(Circle* pb = dynamic_cast<Circle*>(&b) ) {
      return intersect(*pa, *pb); //tutaj już ma konkretne typy
    else if(Rectangle* pb = dynamic_cast<Rectangle*>(&b) ) {
      return intersect(*pa, *pb);
    //kolejne wybory dla drugiego typu
  }
  else if(Rectangle* pa = dynamic_cast<Rectangle*>(&a) ) {
    if(Circle* pb = dynamic_cast<Circle*>(&b) ) {
      return intersect(*pb, *pa);
    else if(Rectangle* pb = dynamic_cast<Rectangle*>(&b) ) {
      return intersect(*pa, *pb);
    //...
  }
  //kolejne wybory dla pierwszego typu
}
```

Wielometody - użycie wizytatorów

```
double intersect(Figure& a, Figure& b) {
  IntersectVisitor visitor(a);
  b.accept(visitor);
  return visitor.value_;
}
struct IntersectVisitor : public Visitor { //rozstrzyga dwa typy
  IntersectVisitor(Figure& fig) : fig_(fig), value_(0.0) {}
  virtual void visit(Rectangle& r) { //pierwszy typ to prostokąt
    RectangleVisitor rectVisitor(r); //odpowiedni wizytator
    fig_.accept( rectVisitor );
    value_ = rectVisitor.value_;
  }
  virtual void visit(Circle& c) { //pierwszym typem jest koło
    //kod jak wyżej, ale używa CircleVisitor
  }
  Figure& fig_;
  double value_; //wartość zwracana
};
```

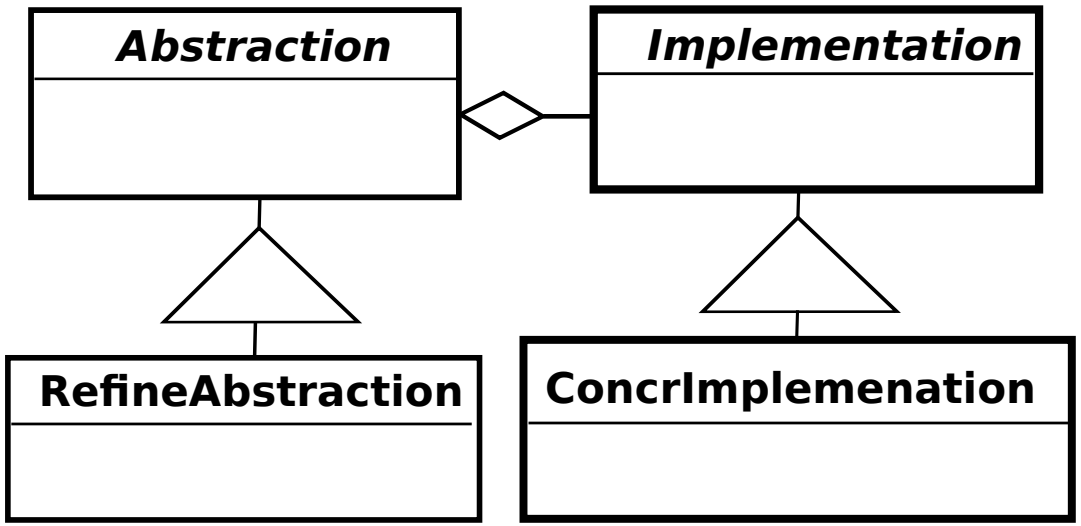
Wielometody - użycie wizytatorów (2)

```
struct RectangleVisitor : public Visitor {
  RectangleVisitor(Rectangle& r) : r_(r), value_(0.0) {}
  virtual void visit(Rectangle& r) { value_ = intersect(r, r_); }
  virtual void visit(Circle& c) { value_ = intersect( c, r_); }
  //...
  Rectangle& r_; //pierwszy obiekt przechowywany jako typ konkretny
  double value_;
};
struct CircleVisitor : public Visitor { /* podobnie */ };

struct TriangleVisitor : public Visitor { /* podobnie */ };
```

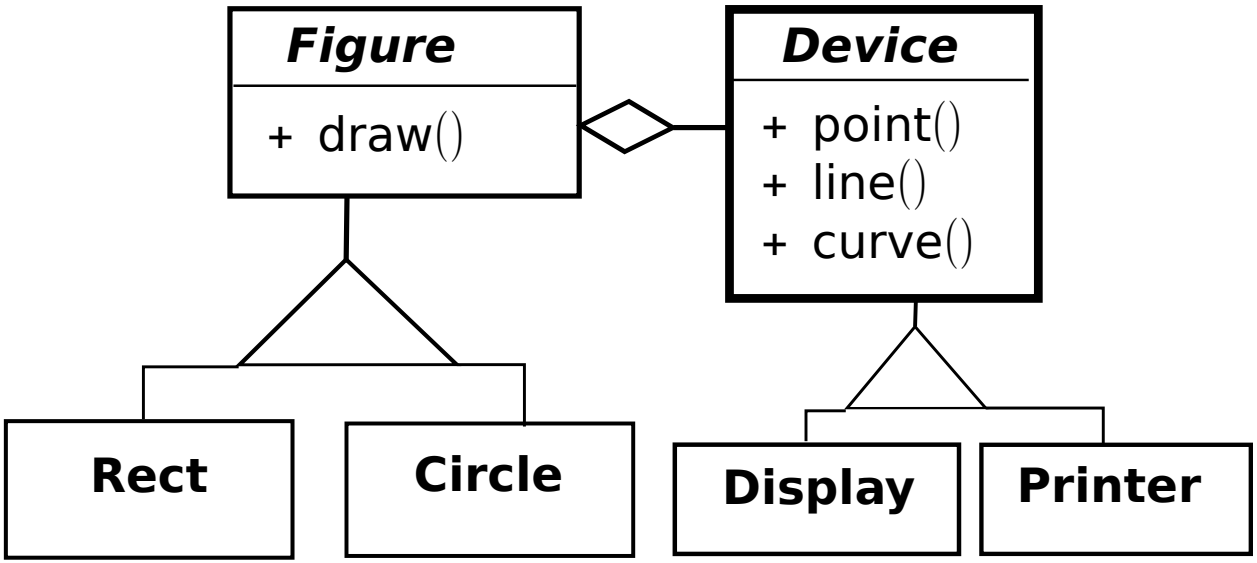
Most

Wzorzec Most



- separuje abstrakcję od implementacji - dwie hierarchie klas
- pozwala konfigurować powiązanie pomiędzy abstrakcją a implementacją w czasie działania

Most - przykład



- Adapter - łączy dwie hierachie (nie chcemy zmieniać klasy Adaptowany)
- Most - zakładamy separację, na etapie projektu

Przykładowy problem, gdzie pomoże wzorzec mostu

```
/* warcaby wloskie, niemieckie, hiszpanskie roznia sie mozliwoscia bicia
pionem do tylu oraz mozliwoscia ruchu damki o wiele pol */
struct State {}; //stan w grze, pol.  pionow i inf.  kto sie rusza
using States = vector<State>;
class Player {
  virtual State nextMove(State s) = 0;
};
/* chcemy dostarczyc 3 typy gracza:  gracz losowy - dowolny dozwolony
ruch), człowiek - pobiera ruch od uzytkownika, AI - wykorzystuje algorytm
Mini-Max */
class ItalianRandomPlayer : public Player {
public:
  State nextMove(State s) override;
private:
  States validMovementsItalian(const State& s) const;
};
/*  i podobnie 8 dodatkowych klas:  ItalianHumanPlayer, ...    */
```

Wzorzec „pimpl” (zdegenerowany Most)

minimalizuje zależności, ukrywa implementację

```
//PLIK FOO.H
class Foo {
public:
  //Interfejs klasy
private:
  struct Impl;//Deklaracja
  Impl* pImpl_; //uchwyt, najczęściej std::unique_ptr
};
//PLIK FOO.CPP
struct Foo::Impl {
  //składowe oraz metody prywatne
}
Foo::Foo() { /* inicjacja i implementacja */ }
Foo::~Foo() { delete pImpl_; /* niepotrzebne gdy unique_ptr */}
```

Wzorzec projektowy, wstrzykiwanie zależności

wstrzykiwanie zależności (Dependency injection) - wzorzec projektowy, zmniejszenie powiązań pomiędzy obiektami.

Uchwyt do obiektu w konstruktorze, zamiast składowej.

```
class NeedsFoo {
public:
  NeedsFoo(Foo* foo) : foo_(foo) {}
private:
  Foo* foo_;
};
//przykład użycia, obiekt wstrzykiwany zarządzany przez klasę pochodną
class ConcreteNeedsFoo : public NeedsFoo {
  ConcreteNeedsFoo() : NeedsFoo(&foo_) {}
private:
  Foo foo_;
};
```

Powtórzenie - wzorce projektowe

Kreacyjne:

- **fabryka abstrakcyjna**
- **fabryka obiektów**
- **prototyp (prototype)**
- **singleton**
- metoda fabryczna

Strukturalne:

- **adapter (wrapper)**
- **most (bridge)**
- **kompozyt (composite)**
- **dekorator (decorator)**
- **proxy (proxy)**
- **fasada (facade)**

Czynnościowe:

- **polecenie (command)**
- **wizytator (visitor)**
- **obserwator (observer)**
- **wielometoda (multimethod)**
- iterator
- interpreter
- strategia (strategy)
- stan (state)
- mediator
- łańcuch powiązań (chain of responsibility)

Dziękuję

robert.nowak@pw.edu.pl