Проектирование больших систем на C++

Коноводов В. А.

кафедра математической кибернетики ВМК

Лекция 8
26.10.2018

Пример: паттерн Command

Инкапсулирует запрос в виде объекта, делая возможной параметризацию клиентских объектов с другими запросами, организацию очереди или регистрацию запросов, а также поддержку отмены операций.

Пример: паттерн Command

```
struct talk {
    void operator()(){
        std::cout << "croak!" << std::endl;
    }
};

struct walk {
    void operator()() {
        std::cout << "im walking" << std::endl;
    }
};

struct jump {
    void operator()() {
        std::cout << "jump" << std::endl;
    }
};
```

Пример: паттерн Command

```
void dofunc(std::function<void()> f) {
    f();
}

int main() {
    dofunc(talk{});
    dofunc(walk{});
    auto f = jump();
    dofunc(f);
}
```

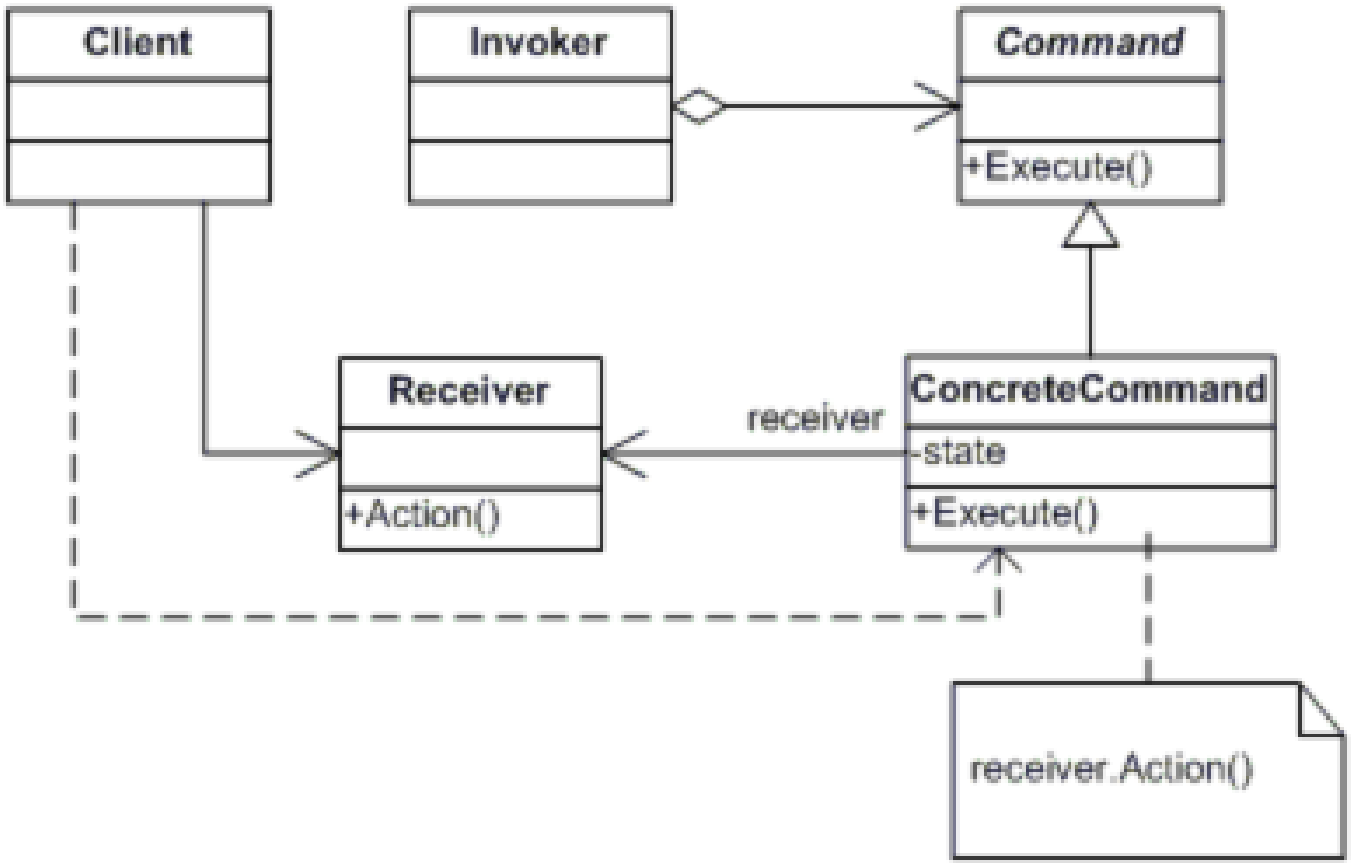
Пример: паттерн Command

```
void dofunc(std::function<void()> f) {
    f();
}

int main() {
    dofunc(talk{});
    dofunc(walk{});
    auto f = jump();
    dofunc(f);
}
```

Если все действия пользователя в программе реализованы в виде командных объектов, программа может сохранить стек последних выполненных команд.

Пример: паттерн Command



Client — среда генерации комманд; Receiver — знает, как провести операцию, связанную с командной; Command — инкапцуляция действия; Invoker — последующие действия с командой или пулом команд.

Пример: паттерн Command

- Undo-Redo
- Организация очереди при многопоточной обработке;
- Транзакционные алгоритмы - регистрация событий и восстановление после сбоя;

Пример: паттерн Singleton

Глобальные переменные — это некоторое зло.

a.cpp:

```
std::vector<int> va;
//...
```

---

b.cpp:

```
extern std::vector<int> va;
struct TInit {
    TInit() { va.push_back(1);}
};
TInit Init;
```

Порядок инициализации?

Глобальные объекты $\rightarrow$ local static объекты:

```
std::vector& GetVal() {
    static std::vector<int> va;
    return va;
}
```

Пример: паттерн Singleton

Singleton — класс, у которого в любой момент времени существует не более одного объекта.

Пример: паттерн Singleton

Singleton — класс, у которого в любой момент времени существует не более одного объекта.

```
class Singleton {
 private:
  Singleton(){}
  static Singleton* instance;
 public:
  // data
  // ...
  Singleton(const Singleton&) = delete;
  static Singleton* Instance() {
    if (instance == nullptr) {
          instance = new Singleton();
        }
    return instance;
  }
};

Singleton* Singleton::instance = nullptr;
```

Пример: паттерн Singleton

```
class Singleton {
 protected:
  Singleton(){ /*...*/}
  ~Singleton(){ /*...*/}
 public:
  // data
  // ...
  Singleton(const Singleton&) = delete;
  Singleton(Singleton&&) = delete;
  Singleton& operator=(Singleton const&) = delete;
  Singleton& operator=(Singleton &&) = delete;
  static Singleton& Instance() {
    static Singleton instance;
    return instance;
  }
};
```

Пример: паттерн Singleton

Почему это плохой паттерн?

- Это скрытие глобальной переменной — в обход всего к ней можно получить доступ.
- Сложно работать с наследованием.
- Невозможно простым способом развернуть код в несколько функций с разными объектами-синглтонами.

Пример: паттерн Strategy

Паттерн, предназначенный для определения семейства алгоритмов, инкапсуляции каждого из них и обеспечения их взаимозаменяемости.

- Инкапсуляция алгоритма,
- увеличение модульности и проверяемости кода,
- дешевое масштабирование кода,
- выбор алгоритма, основываясь на данных (в процессе исполнения кода можно это изменить).

Пример: паттерн Strategy

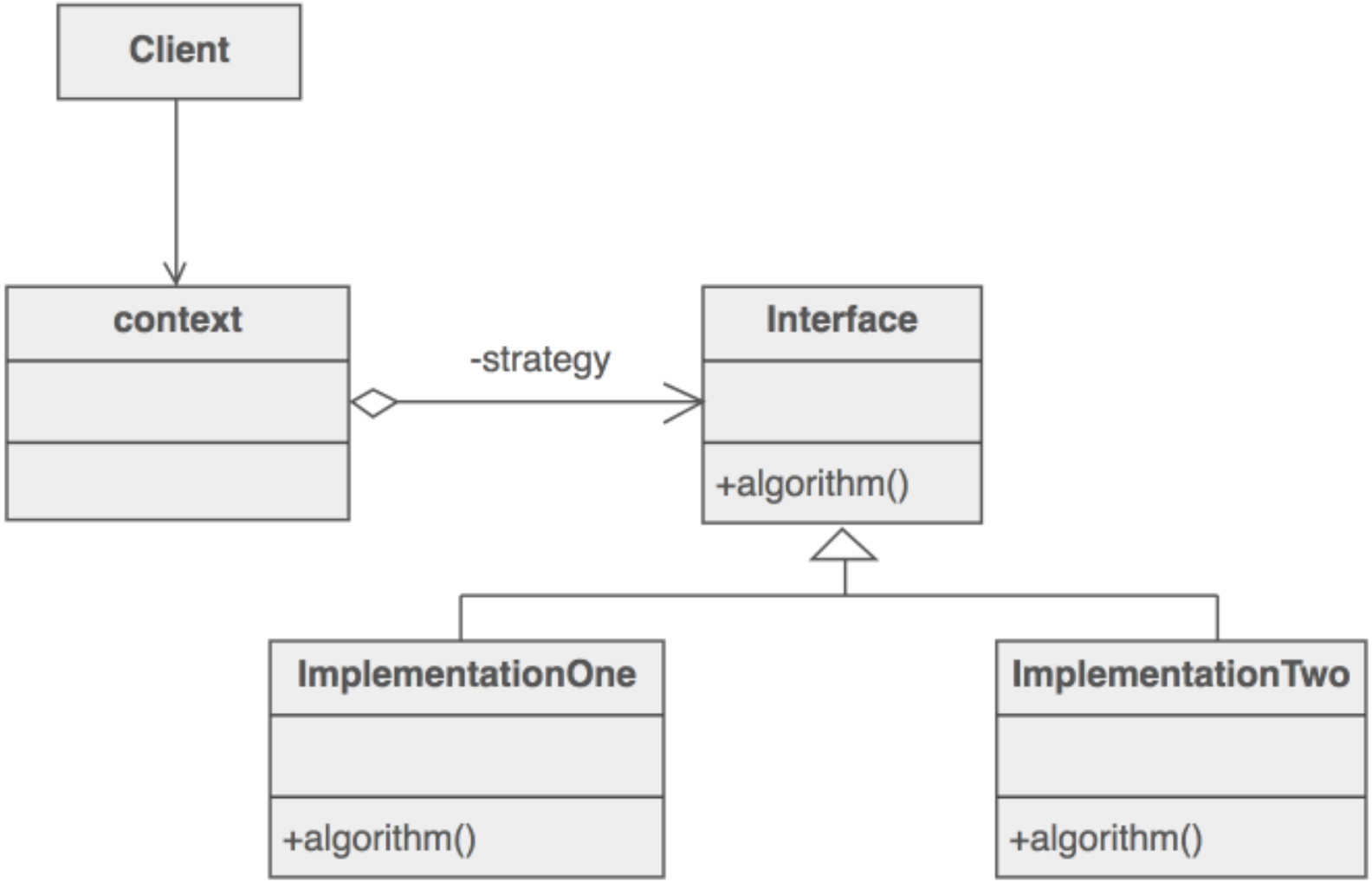
Паттерн, предназначенный для определения семейства алгоритмов, инкапсуляции каждого из них и обеспечения их взаимозаменяемости.

- Инкапсуляция алгоритма,
- увеличение модульности и проверяемости кода,
- дешевое масштабирование кода,
- выбор алгоритма, основываясь на данных (в процессе исполнения кода можно это изменить).

Когда?

- Нужны разные варианты алгоритма или поведения,
- нужно изменять поведение объектов в runtime,
- нужны разные алгоритмы в зависимости от состояния.

Пример: паттерн Strategy



Пример: паттерн Strategy и кофе-машина

```
class Recipe {
  public:
    virtual double GetAmountOfWater() const = 0;
    virtual void Make() = 0;
};
class HotBeverage {
    void BoilWater(double amount) {
        std::cout << "boiling " << amount << " ml of water..."
        << std::endl;
    }
    void Pour() {
        std::cout << "pouring in cup" << std::endl;
    }
    std::shared_ptr<Recipe> recipe;
  public:
    HotBeverage(std::shared_ptr<Recipe> r) : recipe(r) {}
    void prepare() {
        BoilWater(recipe->GetAmountOfWater());
        recipe->Make();
        Pour();
    }
};
```

Пример: паттерн Strategy и кофе-машина

```
class Coffee: public Recipe {
    double AmountOfWater;
    int StrongLevel;
  public:
    Coffee(double amountOfWater, int level)
        : AmountOfWater(amountOfWater)
        , StrongLevel(level)
    { }
    virtual double GetAmountOfWater() const { return AmountOfWater; }
    virtual void Make() { std::cout << "brewing coffee...";}
};

class HotChocolate : public Recipe {
    double AmountOfWater;
  public:
    HotChocolate(double amountOfWater)
        : AmountOfWater(amountOfWater)
    { }
    virtual double GetAmountOfWater() const { return AmountOfWater; }
    virtual void Make() { std::cout << "making hot chocolate..."; }
};
```

Пример: паттерн Strategy и кофе-машина

```
int main() {
    auto coffee = std::make_shared<Coffee>(200, 3);
    auto hotChocolate = std::make_shared<HotChocolate>(100);
    std::vector<HotBeverage> beverages = {
        HotBeverage(coffee),
        HotBeverage(hotChocolate)
    };
    for (auto&x : beverages) x.prepare();
}
```

Пример: паттерн Strategy и кофе-машина через лямбды

```
class HotBeverage {
    void BoilWater(double amount) {
        std::cout << "boiling " << amount << " ml of water...";
    }
    void Pour() {
        std::cout << "pouring in cup" << std::endl;
    }
    std::function<double()> GetAmountOfWater;
    std::function<void()> Make;
  public:
    HotBeverage(std::function<double()> getAmountOfWater,
                std::function<void()> make)
        : GetAmountOfWater(getAmountOfWater)
        , Make(make) {}
    void prepare() {
        BoilWater(GetAmountOfWater());
        Make();
        Pour();
    }
};
```

Пример: паттерн Strategy и кофе-машина через лямбды

```
static void MakeCofee() { std::cout << "brewing coffee..."; }
static void MakeHotChocolate() { std::cout << "making chocolate..."; }
static double GetAmountOfWater(double amount) { return amount; }

int main() {
    auto coffee = HotBeverage(
        [] { return GetAmountOfWater(200); },
        MakeCofee
    );
    auto hotChocolate = HotBeverage(
        [] { return GetAmountOfWater(100); },
        MakeHotChocolate
    );
    std::vector<HotBeverage> beverages = {
        coffee, hotChocolate
    };
    for (auto&x : beverages) x.prepare();
}
```

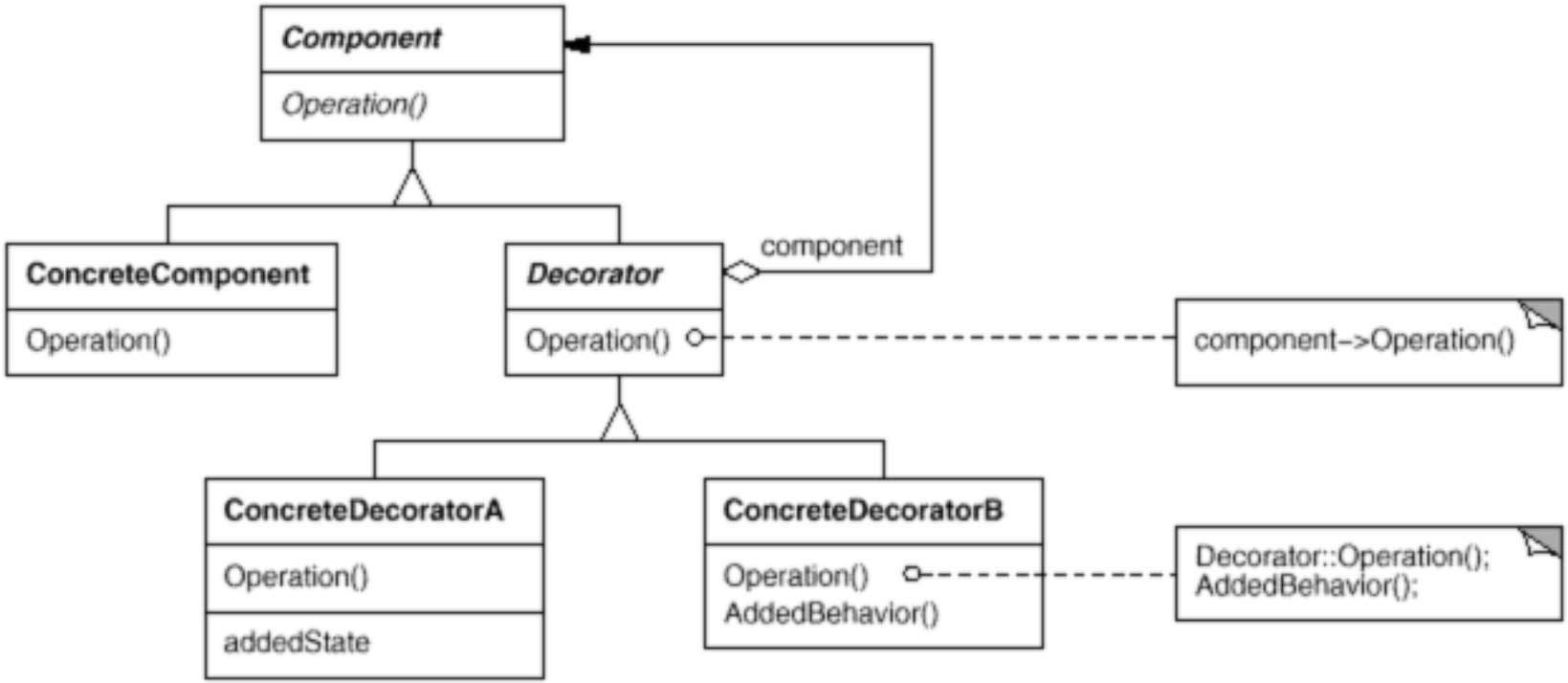
Пример: паттерн Decorator

Динамически добавляет дополнительное поведение объекту.

Декоратор создает список объектов-оберток над другими объектами. Они наследуются от того же самого интерфейса.

Перегрузкой методов можно либо использовать исходные варианты, либо добавлять свою функциональность.

Пример: паттерн Decorator



- Декоратор имеет тот же интерфейс, что и Component (использование декоратора).
- Декоратор содержит указатель на конкретный Component (реализация декоратора).

Пример: паттерн Decorator

```
class TWriterInterface {
  public:
    virtual ~TWriterInterface() = default;
    virtual void Write(const std::string& s) = 0;
};

class TStandardWriter : public TWriterInterface {
  public:
    virtual ~TStandardWriter() = default;
    virtual void Write(const std::string& s) { std::cout << s
                                                 << std::endl; }
};
using TWriterInterfacePtr = std::unique_ptr<TWriterInterface>;

class Decorator : public TWriterInterface {
    TWriterInterfacePtr Interface;
  public:
    Decorator(TWriterInterfacePtr ptr) { Interface = std::move(ptr);}
    virtual void Write(const std::string& s) override {
        Interface->Write(s);
    }
};
```

Пример: паттерн Decorator

```
class DecoratorWithBorder : public Decorator {
    std::string Name;
  public:
    DecoratorWithBorder(TWriterInterfacePtr ptr, const std::string& n)
        : Decorator(std::move(ptr))
        , Name(n)   {}
    virtual void Write(const std::string& s) override {
        std::cout << "=== " << Name << " ===" << std::endl;
        Decorator::Write(s);
        std::cout << "====" << std::string(Name.size(), '=')
                  << "====" << std::endl;
    }
};
class DecoratorWithExclamation : public Decorator {
  public:
    DecoratorWithExclamation(TWriterInterfacePtr ptr)
        : Decorator(std::move(ptr)) {}
    virtual void Write(const std::string& s) override {
        std::cout << "ATTENTION!!!" << std::endl;
        Decorator::Write(s);
    }
};
```

Пример: паттерн Decorator

```
int main() {
    TWriterInterfacePtr writer = std::make_unique<TStandardWriter>();
    writer->Write("some information");
}
```

```
some information
```

Пример: паттерн Decorator

```
int main() {
    TWriterInterfacePtr writer = std::make_unique<TStandardWriter>();
    TWriterInterfacePtr writer2 =
        std::make_unique<DecoratorWithBorder>(
            std::move(writer), "Magic");
    writer2->Write("some information again");
}
```

```
=== Magic ===
some information again
=============
```

Пример: паттерн Decorator

```
int main() {
    TWriterInterfacePtr writer = std::make_unique<TStandardWriter>();
    writer->Write("some information");
    TWriterInterfacePtr writer2 =
        std::make_unique<DecoratorWithBorder>(
            std::move(writer), "Magic");
    TWriterInterfacePtr writer3 =
        std::make_unique<DecoratorWithExclamation>(std::move(writer2));
    writer3->Write("some information again and again");
}
```

```
ATTENTION!!!
=== Magic ===
some information again and again
=============
```

Пример: паттерн Decorator

Feature: возможность кастомизации и конфигурации ожидаемого поведения. Работа начинается с пустым объектом, который имеет базовую функциональность. Затем происходит выбор декораторов, оборачивающих и обогощающих базовый объект.

Пример: паттерн Decorator

Feature: возможность кастомизации и конфигурации ожидаемого поведения. Работа начинается с пустым объектом, который имеет базовую функциональность. Затем происходит выбор декораторов, оборачивающих и обогощающих базовый объект.

Наследование или Декоратор?

- В случае декоратора проще изменять объекты в run-time.
- Проще создавать множественные изменения поведений.
- Если динамически менять поведение объекта не нужно — не нужен и декоратор, наследование может быть проще.

Пример: паттерн Decorator

Feature: возможность кастомизации и конфигурации ожидаемого поведения. Работа начинается с пустым объектом, который имеет базовую функциональность. Затем происходит выбор декораторов, оборачивающих и обогощающих базовый объект.

Наследование или Декоратор?

- В случае декоратора проще изменять объекты в run-time.
- Проще создавать множественные изменения поведений.
- Если динамически менять поведение объекта не нужно — не нужен и декоратор, наследование может быть проще.

Стратегия? Декоратор?

- Декораторы оборачивают объект снаружи, стратегии же вставляются в него внутрь по неким интерфейсам.
- Недостаток стратегии: класс должен быть спроектирован с возможностью вставки стратегий.
- Недостаток декоратора: не всегда желательное смешение публичного интерфейса и интерфейса кастомизации.

Пример: паттерн Observer

Определяет зависимость типа «один ко многим» между объектами таким образом, что при изменении состояния одного объекта все зависящие от него оповещаются об этом событии.

- субъекты (объекты, которые могут изменяться)
- наблюдатели (объекты, уведомляемые при изменении состоянии)

Пример: паттерн Observer

Определяет зависимость типа «один ко многим» между объектами таким образом, что при изменении состояния одного объекта все зависящие от него оповещаются об этом событии.

- субъекты (объекты, которые могут изменяться)
- наблюдатели (объекты, уведомляемые при изменении состоянии)

Субъекты не заинтересованы в управлении временем жизни своих наблюдателей, но заинтересованы в том, чтобы если наблюдатель был уничтожен, субъекты не пытались к нему обратиться. Тогда так: каждый субъект хранит контейнер указателей ????_ptr на своих наблюдателей.

Пример: паттерн Observer

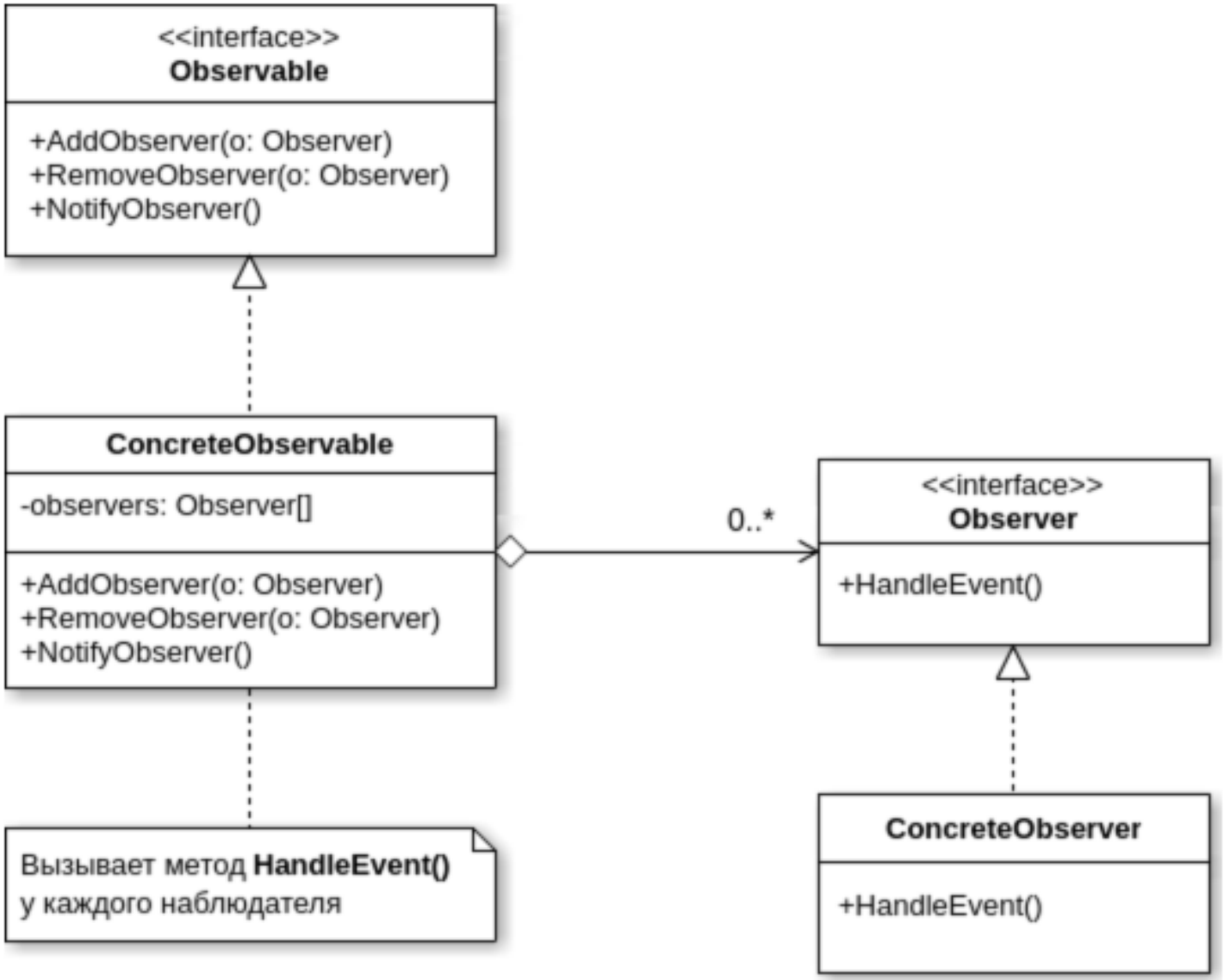
```
class Observer {
    std::string name;
  public:
    Observer(const std::string& s) : name(s) {}
    void Notify(const std::string& source) {/*...*/}
};

class Observable {
    std::string name;
  public:
    void Subscribe(std::shared_ptr<Observer> observer);
    void Unsubscribe(std::shared_ptr<Observer> observer);
    void Notify();
    Observable(const std::string& s) : name(s) {}
  private:
    std::vector<std::weak_ptr<Observer>> observers;
};
```

Пример: паттерн Observer

```
void Observable::Subscribe (std::shared_ptr<Observer> observer) {
    observers.push_back(observer);
}
void Observable::Notify() {
    for (auto wptr: observers) {
        if (!wptr.expired()) {
            auto observer = wptr.lock();
            observer->Notify(this->name);
        }
    }
}
void Observable::Unsubscribe(std::shared_ptr<Observer> observer) {
    observers.erase(
        std::remove_if(
            observers.begin(),
            observers.end(),
            [&](const std::weak_ptr<Observer>& wptr) {
                return wptr.expired() || wptr.lock() == observer;
            }
        ),
        observers.end());
}
```

Пример: паттерн Observer



Пример: Factory method

Паттерн проектирования, основывающийся на наследовании, при котором создание объекта делегируется подклассам, которые реализуют фабричный метод для создания объекта. Создание объектов по внешним параметрам.
Абстрактная фабрика — порождающий паттерн проектирования, позволяющий создавать группы взаимосвязанных или взаимозависимых объектов без указаний их конкретных классов. Во многих реализациях использует шаблон Фабричный метод.

Фабрика

Иерархия объектов:

```
// objects.h

class IObject {
  public:
    virtual void Do() const = 0;
};

class TCustomObject : public IObject {
  public:
    virtual void Do() const override {
        std::cout << "TCustomObject DO " << std::endl;
    }
};

class TSuperObject : public IObject {
  public:
    virtual void Do() const override {
        std::cout << "TSuperObject DO " << std::endl;
    }
};
```

Фабрика

Как можно было бы сделать:

```
class TFactory {
  public:
    virtual IObject* Create(const std::string& name) {
        if (name == "custom object") {
            return new TCustomObject();
        } else if (name == "...")
        ....
        else return nullptr;
    }
};
```

Фабрика

```
//factory.h

class TFactory {
    class TImpl;
    std::unique_ptr<const TImpl> Impl;

  public:
    TFactory();
    ~TFactory();
    std::unique_ptr<IObject> CreateObject(
        const std::string& name
        /*, const TOptions opts*/) const;
    std::vector<std::string> GetAvailableObjects() const;
};
```

Фабрика

```cpp
// factory.cpp

#include "factory.h"
class TFactory::TImpl {

    class ICreator {
      public:
        virtual ~ICreator(){}
        virtual std::unique_ptr<IObject> Create() const = 0;
    };
    using TCreatorPtr = std::shared_ptr<ICreator>;
    using TRegisteredCreators =
        std::map<std::string, TCreatorPtr>;
    TRegisteredCreators RegisteredCreators;
// ...
```

Фабрика

```
class TFactory::TImpl {
// ...
  public:
    template <class TCurrentObject>
    class TCreator : public ICreator{
        std::unique_ptr<IObject> Create() const override{
            return std::make_unique<TCurrentObject>();
        }
    };
// ...
```

Фабрика

```
class TFactory::TImpl {
// ...
  public:
    TImpl() { RegisterAll();}

    template <typename T>
    void RegisterCreator(const std::string& name) {
        RegisteredCreators[name] = std::make_shared<TCreator<T>>();
    }

    void RegisterAll() {
        RegisterCreator<TCustomObject>("custom object");
        RegisterCreator<TSuperObject>("super object");
    }

    std::unique_ptr<IObject> CreateObject(const std::string& n) const {
        auto creator = RegisteredCreators.find(n);
        if (creator == RegisteredCreators.end()) {
            return nullptr;
        }
        return creator->second->Create();
    }
```

Фабрика

```
class TFactory::TImpl {
// ...
  public:
    std::vector<std::string> GetAvailableObjects () const {
        std::vector<std::string> result;
        for (const auto& creatorPair : RegisteredCreators) {
            result.push_back(creatorPair.first);
        }
        return result;
    }
};

std::unique_ptr<IObject> TFactory::CreateObject(const std::string& n) c
    return Impl->CreateObject(n);
}

TFactory::TFactory() : Impl(std::make_unique<TFactory::TImpl>()) {}
TFactory::~TFactory(){}

std::vector<std::string> TFactory::GetAvailableObjects() const {
    return Impl->GetAvailableObjects();
}
```

Фабрика

```cpp
#include "factory.h"

int main() {
    TFactory factory;
    auto objects = factory.GetAvailableObjects();
    for (const auto& obj : objects) {
        std::cout << obj << std::endl;
    }

    for (const auto& objName : {"super object", "custom object"}) {
        factory.CreateObject(objName)->Do();
    }
    return 0;
}
```