ПРИНЦИПЫ ООП

Язык UML, принципы объектно-ориентированного проектирования и паттерны проектирования

- Проектирование и UML
- Принципы SOLID
- Правила хорошего кода

Контексты и интерфейсы

Интерфейс (C-style):matrix.h

```
struct M;

M* create_diag(size_t);

M* prod(const M*, const M*);

double det(const M*);

void destroy(M*);

// .....
```

Контекст (C-style): matrix.c

```
struct M {
  double *contents;
  size_t x, y;
};

#define Msz sizeof(M);

M* create_diag(size_t w) {
  M* ret = malloc(Msz);
  // .....
```

Контексты и интерфейсы

Интерфейс (C++ style): imatrix.h

```
 struct IM {
virtual IM& clone(const IM&);
 virtual ~IM() = 0;
  // .....
```

Контекст (C++ style): matrix.hpp

```
template <typename T>
class M : public IM {
  T *contents;
  size_t x, y;

public:
  M(M& rhs);
  M& clone(const IM&) override;
  // все реализации в том же файле
```

Контексты и инварианты

Контекст (C++ style): matrix.hpp

```
template <typename T>
class M : public IM {
  T *contents;
  size_t x, y;

public:
  M(M& rhs);
 M& clone(const IM&) override;
  // ....
```

Инварианты

- Указатель contents валиден если $x \neq 0$
- Если $x \neq 0$ то всегда $y \neq 0$
- Для contents аллоцирована память размером $x * y * sizeof(T)$
- После клонирования матрица равна исходной
- Ещё?

Базовые понятия

- Контекст инкапсулирует данные и охраняет инварианты.
- Контекст реализует интерфейс (для типов в C++ через наследование интерфейса).
- Производный контекст расширяет базовый (для типов в C++ через наследование реализации).
- Если контексты это типы, производный контекст связан с базовым дополнительными отношениями (частное/общее, быть частью и подобн
- Если несколько типов реализуют общий интерфейс, вызовы их методов этот интерфейс полиморфны.

Обсуждение: проектирование

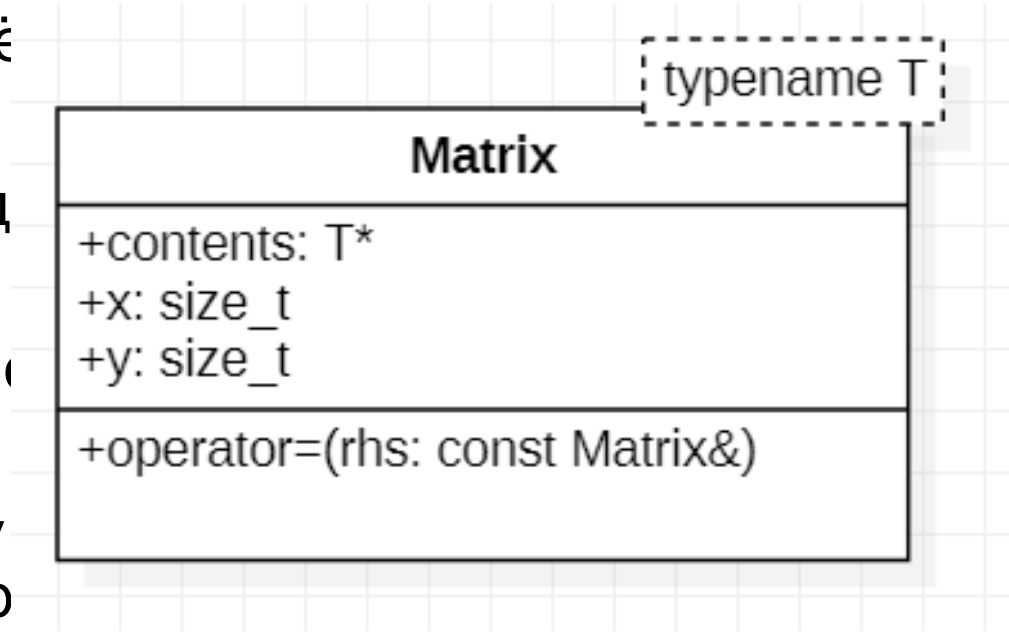
- Проектирование сложной системы классов это человеческая деятельно
- Что является артефактом этой деятельности?
- Как можно было бы хотя бы частично формализовать этот процесс?

Обсуждение: язык моделирования

- Проектирование это моделирование отношений между типами
- В каких отношениях могут быть друг с другом классы в C++?
- Примеры отношений: "A наследует от B" или "C является полем в D"
- Назовите все какие сможете вообразить

Отношения между классами и UML

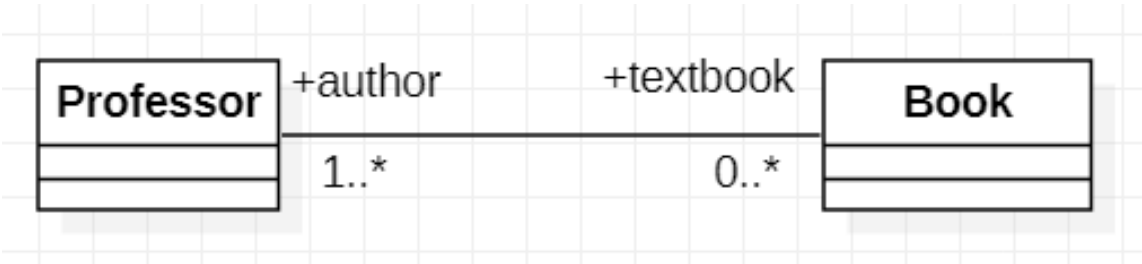
- UML это специальный язык, который моделирует классы и отношения м
  классами (отношения будут далее)
- Класс в UML определяется через своё
  поля и методы
- По традиции имя идёт в первом квад
  поля во втором а методы в третьем
- Формат полей "поле : тип" (нескольк
  контринтуитивно для C++)
- UML поддерживает также тонны дру
  атрибутов, например шаблонные пар



https://www.uml-diagrams.org

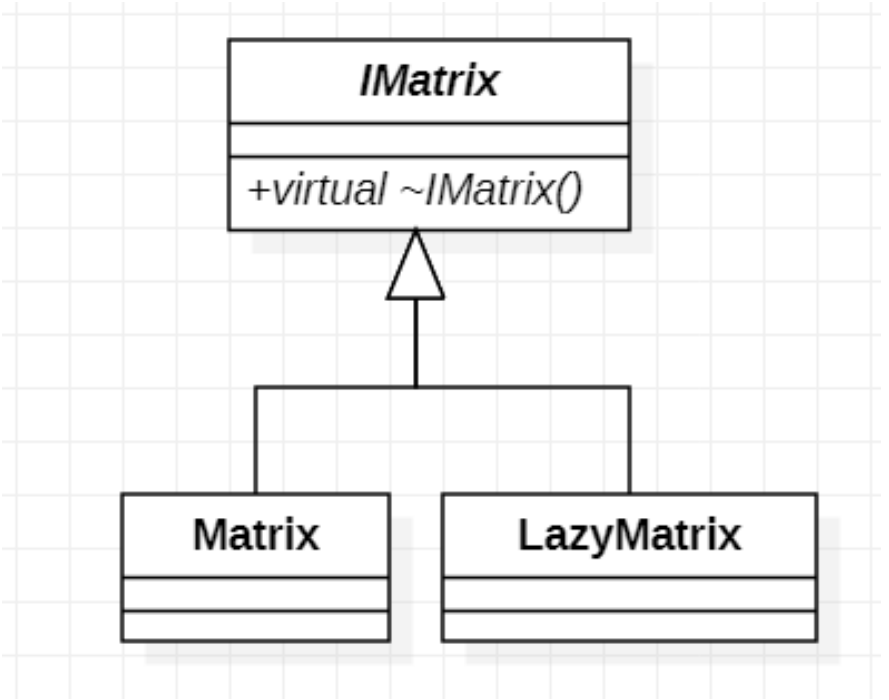
Отношения между классами и UML

- Ассоциация: сущности каким-то образом связаны друг с другом
- Например появляются вместе внутри одной функции)



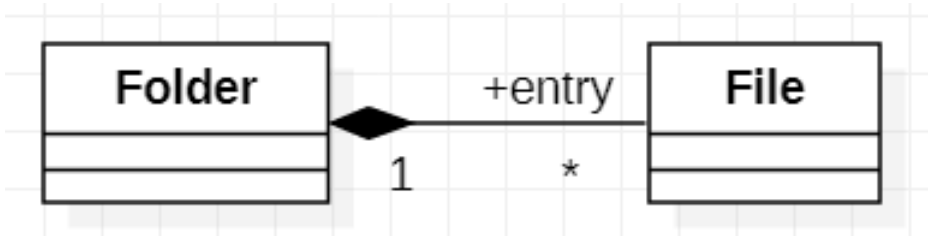
- Здесь также видно, что у каждой связи можно указать роли и множественность.

- Генерализация: отношение частное/общее (для C++ это открытое наследование)



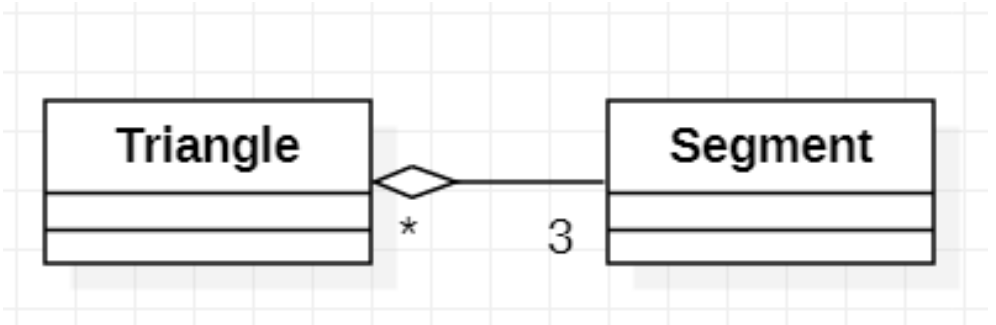
Отношения между классами и UML

- Композиция означает, что сущность B является частью сущности A



- Здесь файл принадлежит только одной папке и связан с ней временем жизни

- Аггрегация: сущность A владеет сущностью B, но кроме A у B может быть много владельцев



- Здесь треугольник состоит из отрезков, но каждый из отрезков может участвовать во многих треугольниках

Обсуждение

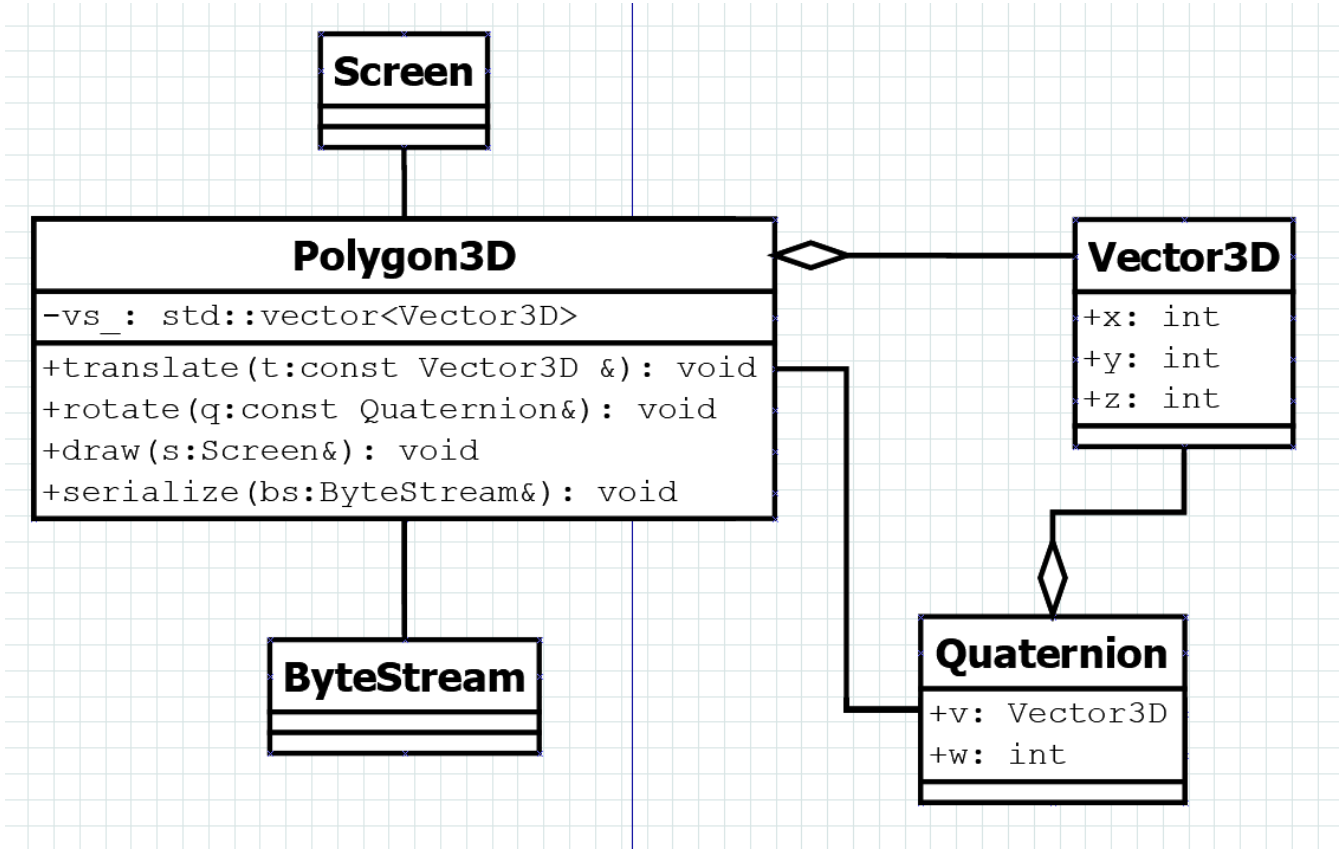
- UML это средство описания, которым можно описать любую систему, в т
  числе сколь угодно плохую.
- Software имеет английский корень soft, означающий нечто, что легко
  изменять.
- Но часто вместо куска пластилина у нас под руками оказывается
  засохшая субстанция с обломками гвоздей и лезвий внутри.
- Первый шаг к хорошему коду это легко изменяемый код.

- Проектирование и UML
  - Принципы SOLID
- Правила хорошего кода
- Паттерны проектирования

Принципы SOLID

- SRP – single responcibility principle
  - каждый контекст должен иметь одну ответственность
- OCP – open-close principle
  - каждый контекст должен быть закрыт для изменения и открыт для расшире
- LSP – Liskov substitution principle
  - частный класс должен иметь возможность свободно заменять общий
- ISP – interface segregation principle
  - Тип не должен зависеть от тех интерфейсов, которые он не использует
- DIP – dependency inversion principle
  - Высокоуровневые классы не должны зависеть от низкоуровневых

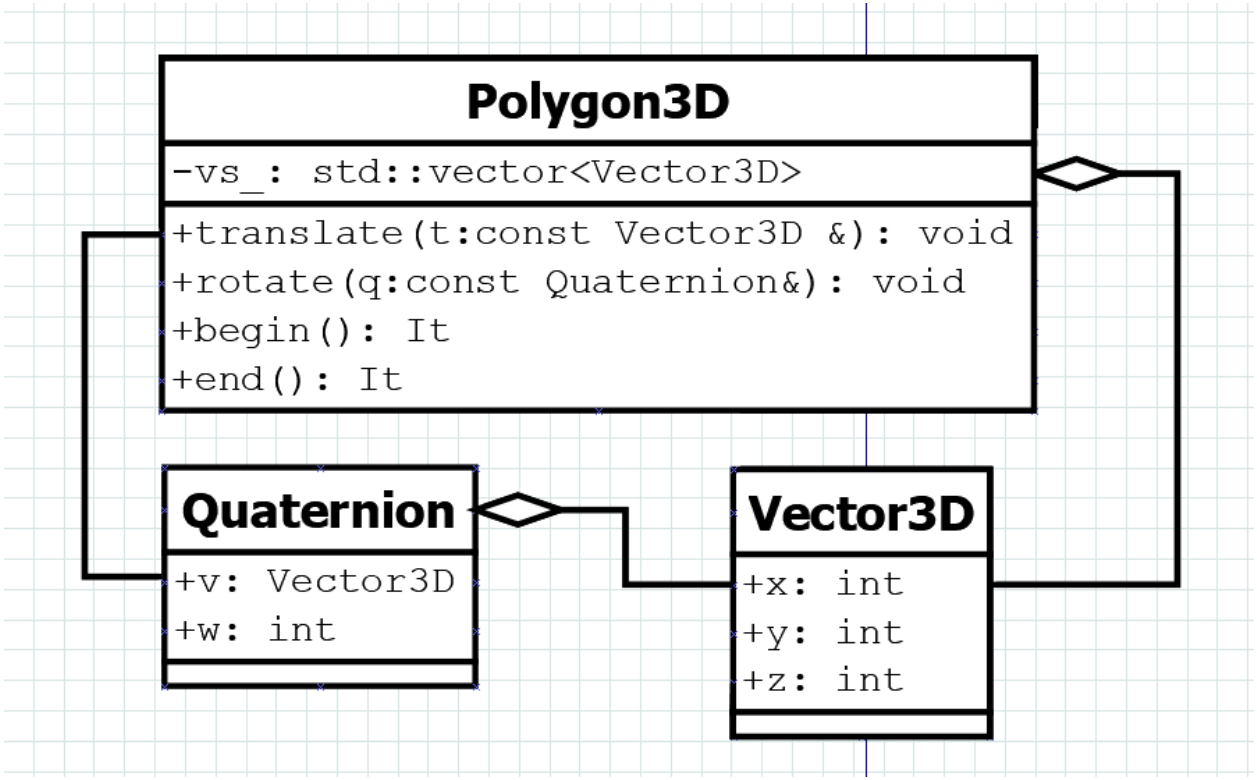
Пример плохого проектирования (SR



- В каком случае мы тут должны будем изменять полигон?
- Что в этом плохого?
- Есть ли нечто плохое в зависимости от вектора и от кватернионов?
- "A class should have only one reaso to change" (Robert C. Martin)

srp-bad.cc

Принцип единственной ответственно



- Теперь единственная обязанность это геометрия
- Для вывода есть итераторы
- В итоге внешние функции могут обращаться к элементам но не к состоянию полигона
- "We want to design components that are self-contained: independent and with single well-defined purpose" (Andrew Hunt, David Thomas)

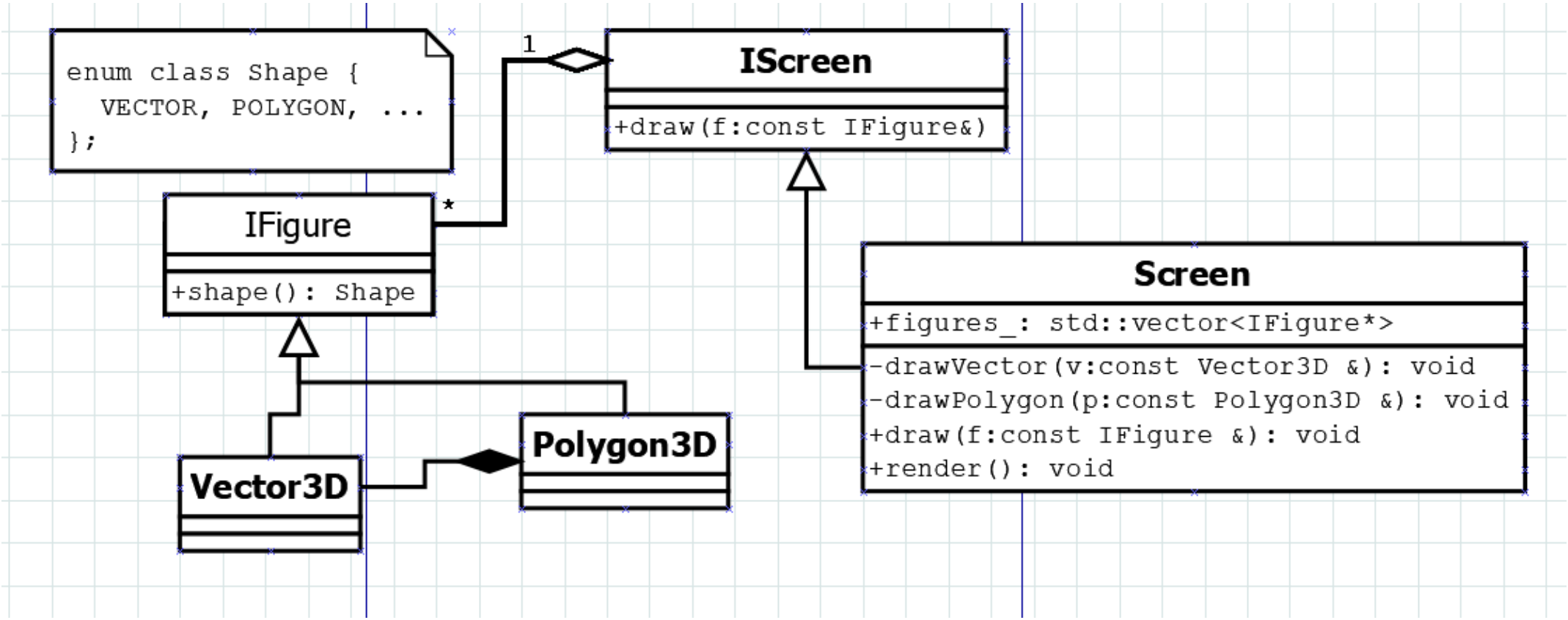
srp-good.cc

Гайдлайн: связность

- Ваши сущности должны быть внутренне связаны (cohesive) и внешне разделены.
- Разделяйте всё, что может быть разделено без создания жёстких внеш связей. Пример: отделение алгоритмов от контейнеров.
- "Cohesion is a measure of the strength of association of the elements inside a module. A highly cohesive module is a collection of statements and data items that should be treated as a whole because they are so closely related."

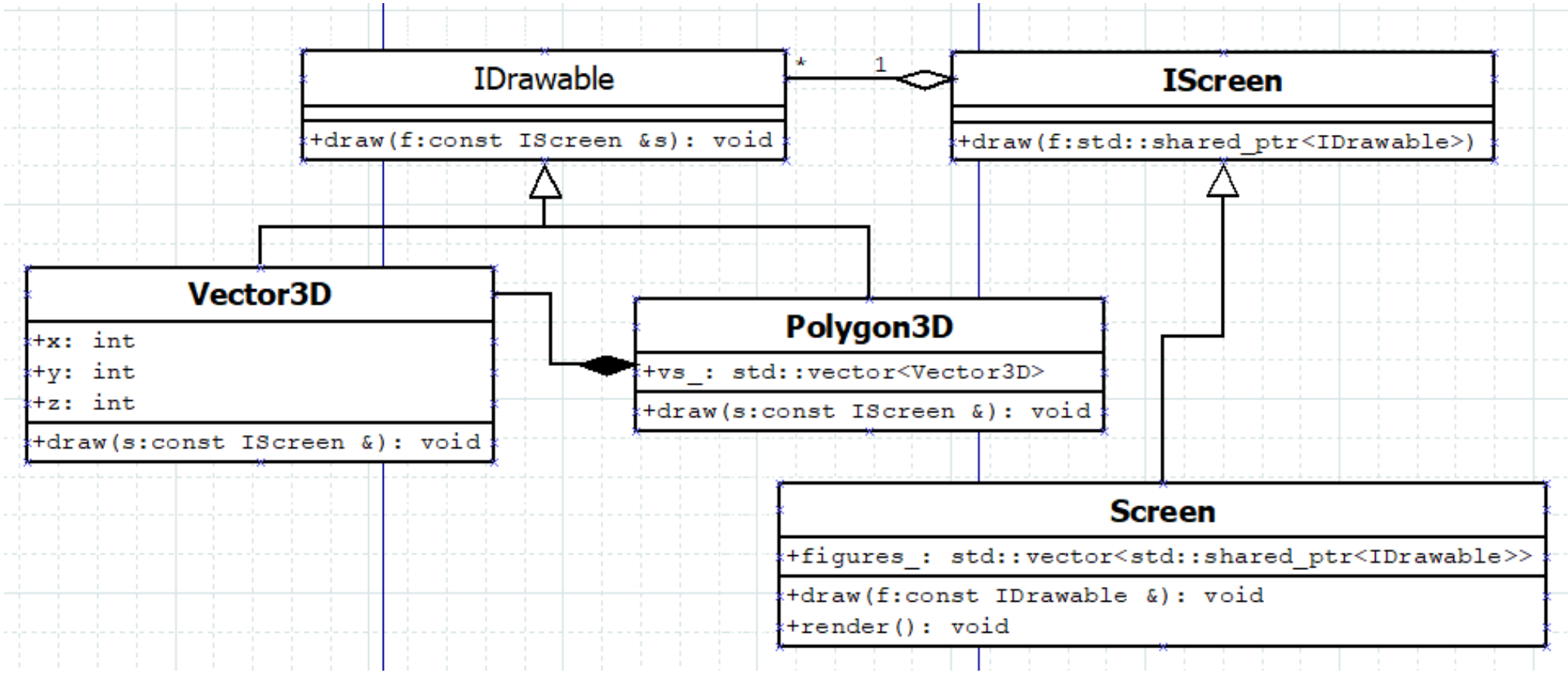
  (Tom DeMarco)

Пример плохого проектирования (OCP)



ocp-bad.cc

Принцип открытости и закрытости



Обсуждение

- Такое чувство, что OCP в таком наивном виде противоречит SRP.
- Мы добавили виртуальную функцию draw в полигон, но мы несколькими слайдами раньше договорились этого не делать.
- "Inheritance is the base class of Evil" (Sean Parent)
- Посмотрите на код справа.
- Чего мы хотели бы?

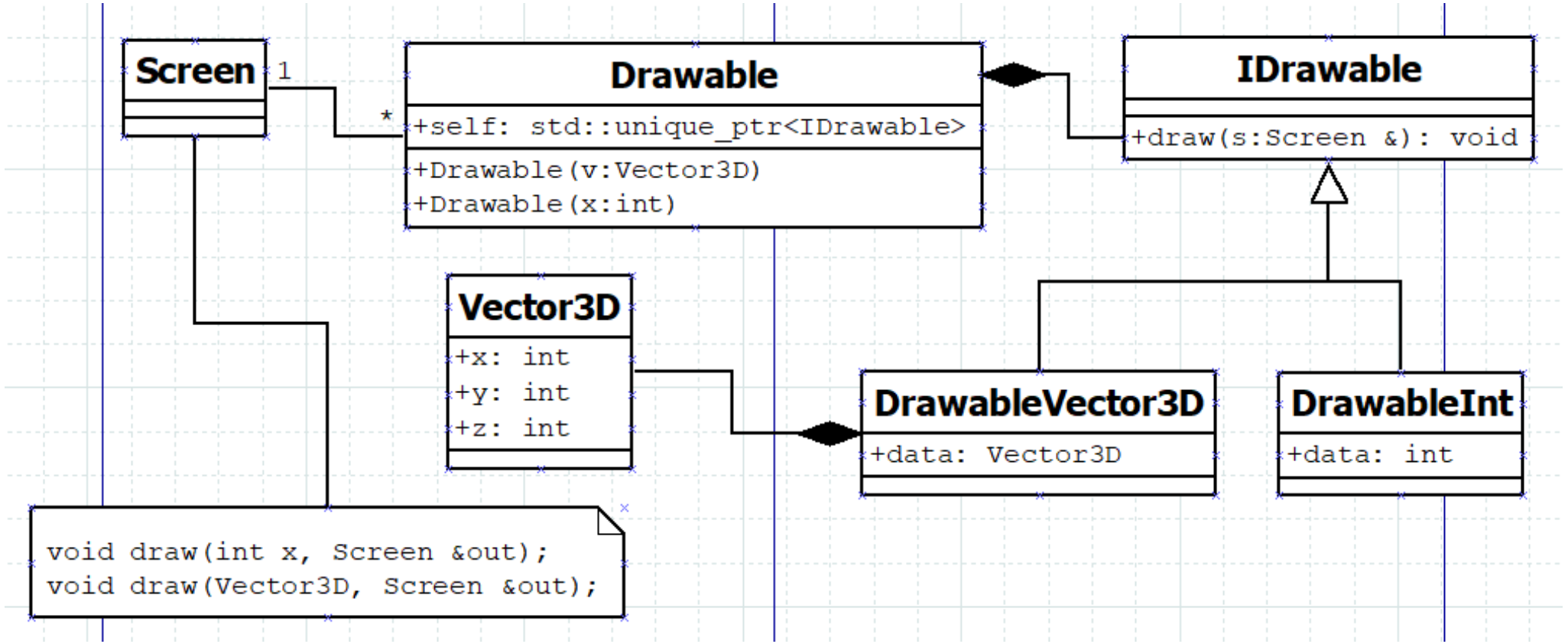
```
using document_t = std::vector<int>;
                    // документ хранит объекты
                    // семантика значения
                    // no incidental data structures
document.push_back(1);
document.push_back(2);
document.push_back(3);
draw(document, std::cout);
```

Обсуждение

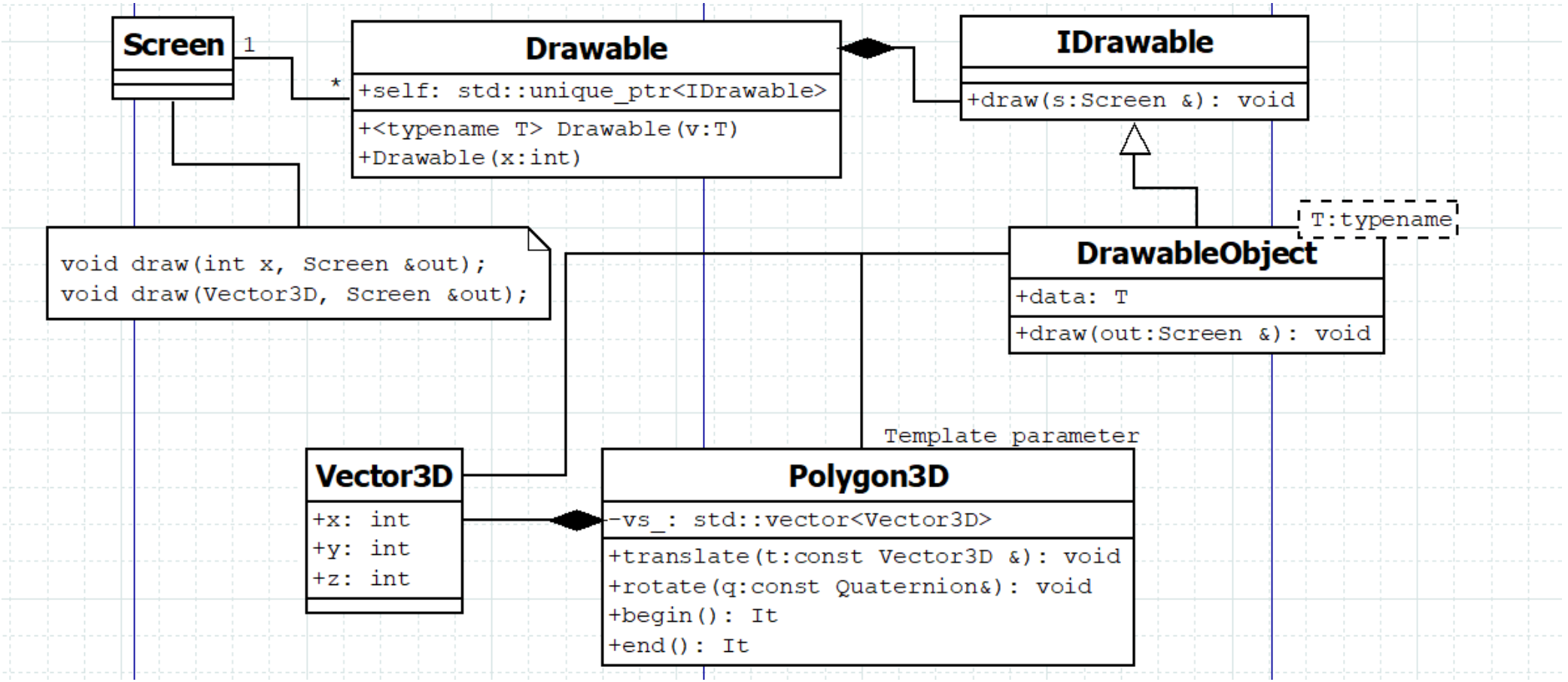
- Такое чувство, что OCP в таком наивном виде противоречит SRP.
- Мы добавили виртуальную функцию draw в полигон, но мы несколькими слайдами раньше договорились этого не делать.
- "Inheritance is the base class of Evil" (Sean Parent)
- Посмотрите на код справа.
- Чего мы хотели бы?

```
using document_t = std::vector<???>;

// документ хранит объекты
// семантика значения
// no incidental data structures
document.push_back(circle);
document.push_back(polygon);
document.push_back(vector);

draw(document, std::cout);

// мы хотели бы хранить и полиморфно
// отображать разнородные объекты
```

Модель и концепция



Parent reversal: вводим шаблоны



Обсуждение

- Техники наподобие Parent Reversal позволяют помирить OCP и SRP
- Теперь мы расширяем добавляя свободные функции, полиморфные, как множество перегрузки.
- Динамический полиморфизм при этом остаётся деталью реализации.
- Шаблонный полиморфизм используется чтобы позволить обобщённое программирование

Пример плохого проектирования (LS

- Все ли видят в чём тут основная проблема?

```
bool intersect(Polygon2D& l, Polygon2D& r); // 2D intersection

class Polygon2D {
  std::vector<double> xcoord, ycoord;
  // .... everything else ....
};

class Polygon3D : public Polygon2D {
 std::vector<double> zcoord;
 // .... everything else ....
}
```

Принцип подстановки Лисков

- Более общие классы должны быть более общими и по составу и по поведению.

```
class Polygon3D : public Polygon2D;
```

- Это читается как: трёхмерный полигон может быть использован во всех контекстах, где нам нужен двумерный полигон. Если это некорректно, наследовать нельзя.
- Предусловия алгоритмов не могут быть усилены производным классом.
- Постусловия алгоритмов не могут быть ослаблены производным классо
- Важной концепцией для LSP является ковариантность.

Ковариантность

- Мы говорим, что изменение типа ковариантно к генерализации, если выполняется условие:

если A обобщает B, то A' обобщает B'

- Собственно указатели ковариантны к генерализации если трактовать A

```
class Rectangle : public Shape { /* ... */ };

void draw(Shape* shapes, size_t size);

Rectangle rects[5];
draw(rects, 5); // ok, Rectangle* is Shape*
```

Обсуждение

- Динамический полиморфизм коварен.

```
void draw(Shape* shapes, size_t size);

Rectangle rects[5];
draw(rects, 5); // грамматически ok, Rectangle* is Shape*
```

- Как вы думаете нет ли здесь скрытых проблем?

Инвариантность

- Мы говорим, что изменение типа ковариантно к генерализации, если выполняется условие:

если A обобщает B, то A' обобщает B'

- При этом шаблоны вообще-то инвариантны к генерализации

```
class Rectangle : public Shape { /* ... */ };

void draw(std::vector<Shape> shapes);

std::vector<Rectangle> rects(5);
draw(rects); // fail, vector<Rectangle> is not vector<Shape>
```

Обсуждение

- Можно поставить обратный вопрос: а почему, собственно, указатели не инвариантны?

```
template <typename T> using Pointer = T*; // казалось бы

void draw(Pointer<Shape> shapes, size_t size);

Pointer<Rectangle> rects = new Rectangle[5];
draw(rects, 5); // ok, но чем Pointer<Rectangle>
                //  лучше чем std::vector<Rectangle>?
```

- Подсказка: ковариантны только одинарные указатели
- Таким образом, ковариантность указателей и ссылок к обобщению это приятное исключение для LSP, а не правило.

Контравариантность

- Мы говорим, что изменение типа контравариантно к генерализации, если выполняется условие:

- если `A` обобщает `B`, то `B'` обобщает `A'`

  Контравариантны возвращаемые значения методов.

Обсуждение

- Именно ковариантность указателей и ссылок и их не подверженность срезке делают их отличными кандидатами в C++ убивает value-семантику.

- Но их использование приводит к неявным (incidental) структурам данных и

Пример плохого проектирования (ISP

```
struct IWorker {
  virtual void work() = 0;
  virtual void eat() = 0;
  // .....
};

class Robot : public IWorker {
  void work() override;
  void eat() override {
    // do nothing
  }
};
```

```
class Manager {
  IWorker *subdue;

public:
  void manage () {
    subdue->work();
  }
};
```

- Здесь менеджер зависит от интерфейса eat. В итоге его должны реализовать роботы

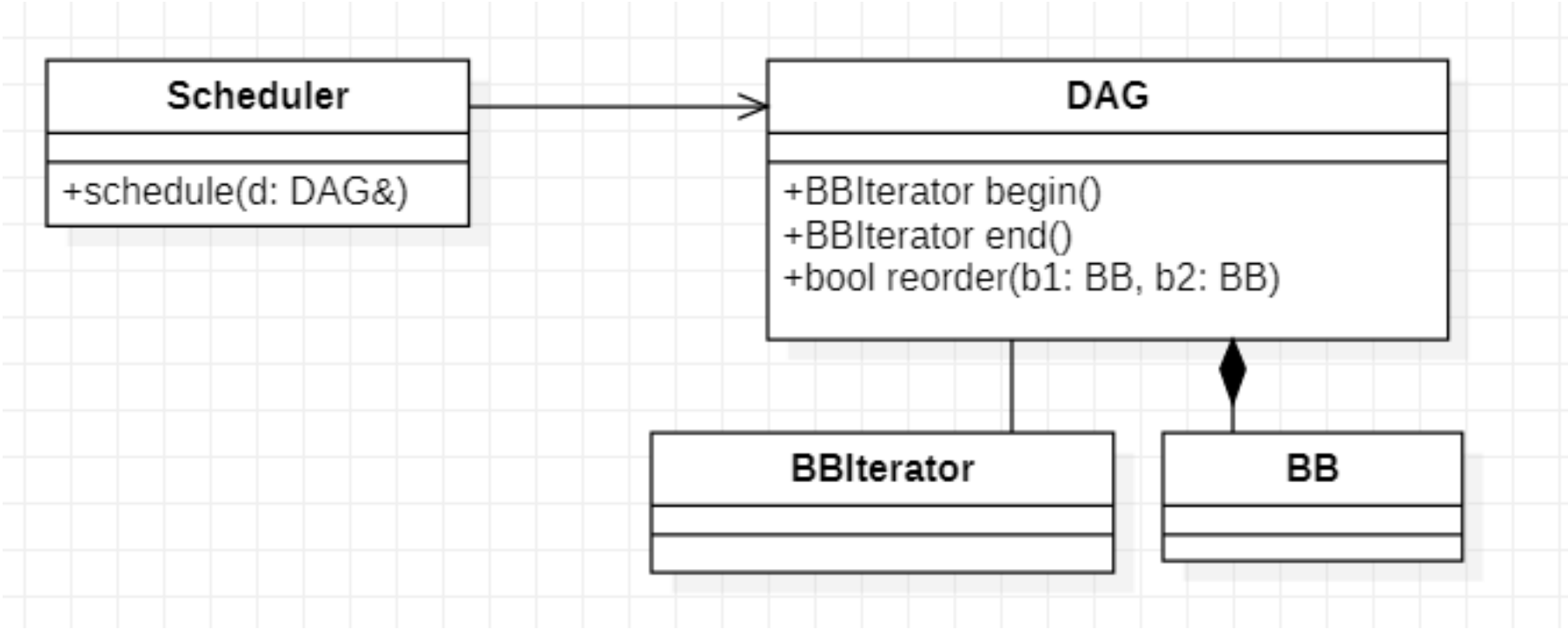
Принцип разделения интерфейса

- Более общие классы должны быть более общими

```
struct IWorkable {
  virtual void work() = 0;
// .....
};

class Robot: public IWorkable {
  void work() override;
};
```

- Такое чувство, что это SRP restated

Пример плохого проектирования (DI

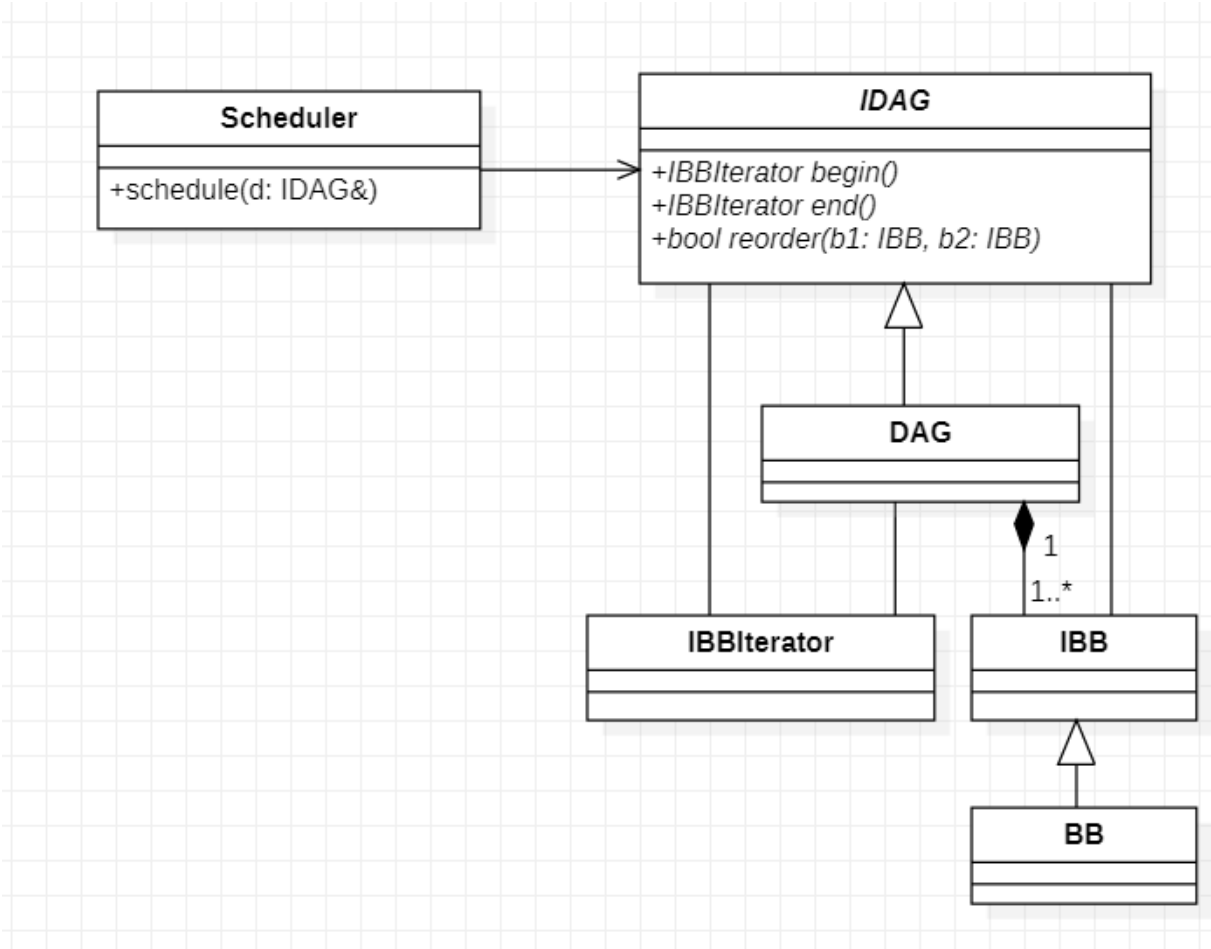


"Dependency is the key problem in software development at all scales"

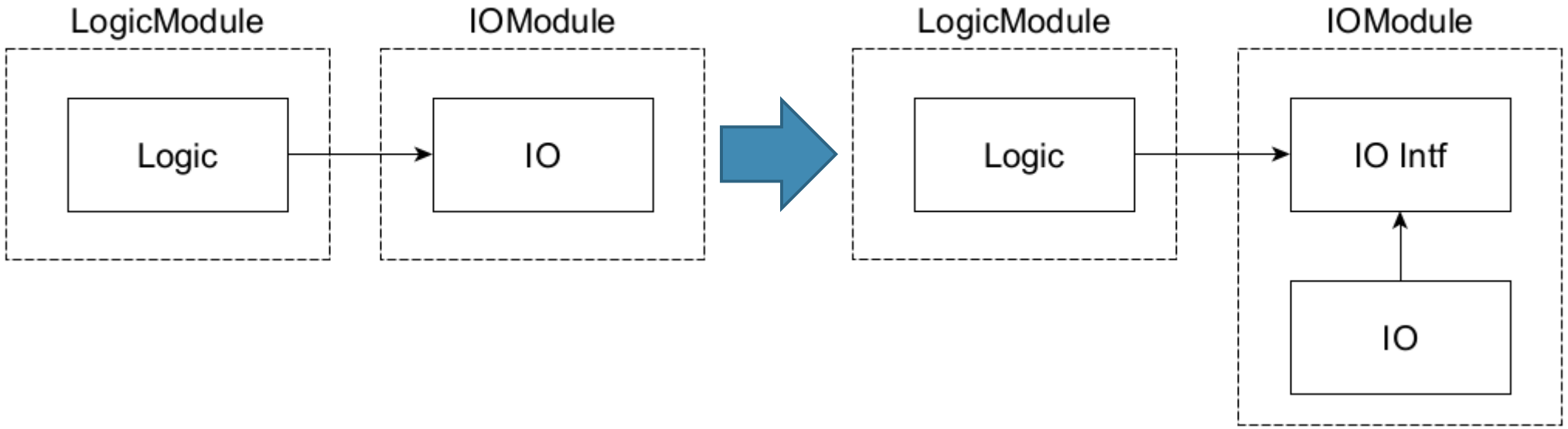
(Kent Beck)

Принцип инверсии зависимостей

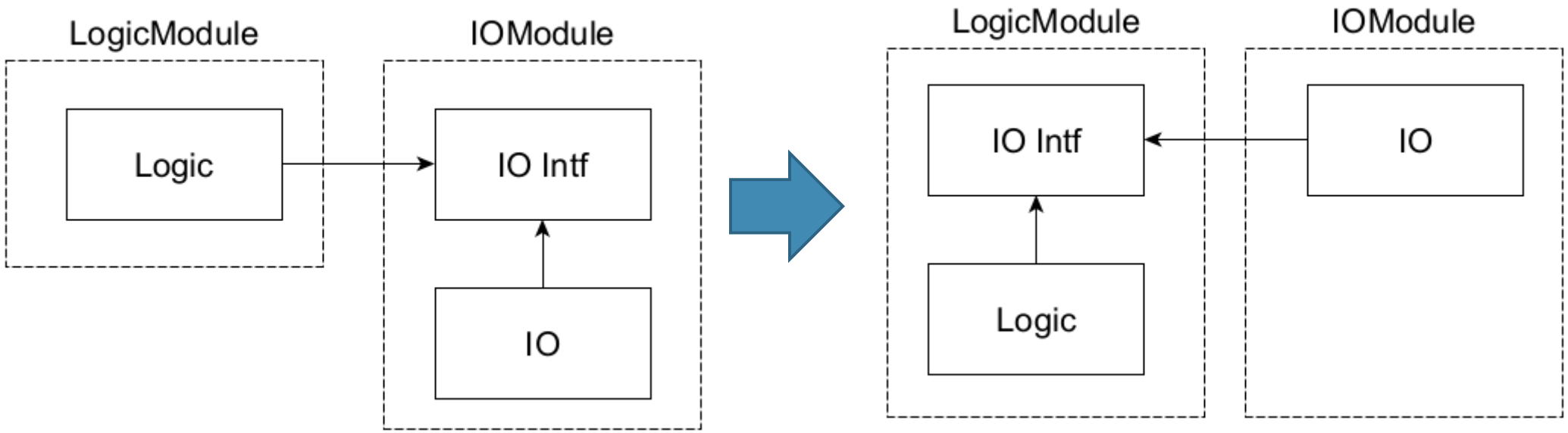
- Высокоуровневые классы не зависят от низкоуровневых
- Вместо этого и те и другие зависят от абстракций
- Scheduler знает только об интерфейсе, следовательно то, что за этим интерфейсом легко заменить



Обсуждение: почему inversion?



Обсуждение: почему inversion?



- Проектирование и UML
- Принципы SOLID
  - Правила хорошего кода
- Паттерны проектирования

Гуманитарная составляющая

- Де Марко и Листер писали, что программист в среднем занимается не научной или технической деятельностью, а деятельностью социальной
- Это на сто процентов верно для бухгалтерии, веб-программирования и
- Но даже для компиляторостроения, высоконагруженных систем и всего такого интересного соотношение $\sim_{80/20}$ в пользу гуманитарных задач
- Программный код больше похож на чертёж здания, чем на доказательс теоремы. Поэтому говорят о "качестве", "архитектуре", "проекте"
- Поговорим о качестве. Что такое хороший код?

Хороший код

- Объективные критерии качества есть, но они очевидно не о том
  - скорость работы
  - время до поставки пользователю
  - количество найденных дефектов на строчку
  - искусственные критерии вроде цикломатической сложности и т.д.

  требования может легко выполнить чудовищная адская индусская лапша)
- Субъективные критерии ("когда я лично назову код хорошим")
  - читаемость
  - расширяемость
  - разумный выбор алгоритмов и абстракций
- Любой человек защищается. Главное свойство плохого кода: его написал не я

Хороший код

- Многие принципы хорошего кода с первого взгляда спорны, но они формировались годами и написаны кровью
- Таковы принципы SOLID для ООП
- Таковы ещё два важных принципа которые применимы вообще везде
- Law of Demeter или Principle of least information
  - Контекст не должен давать пользователю заглядывать в более низкие уровн абстракции напрямую
- Principle of least astonishment
  - То что программист видит в коде не должно его удивлять и запутывать

Пример плохого проектирования

- Здесь явно что-то идёт не так

```
class Options {
  Directory current_;
// ....
public:
  Directory &getDir() const; // returns current_
// ....
};

Options opts(argc, argv);

string path = opts.getDir().getPath();
```

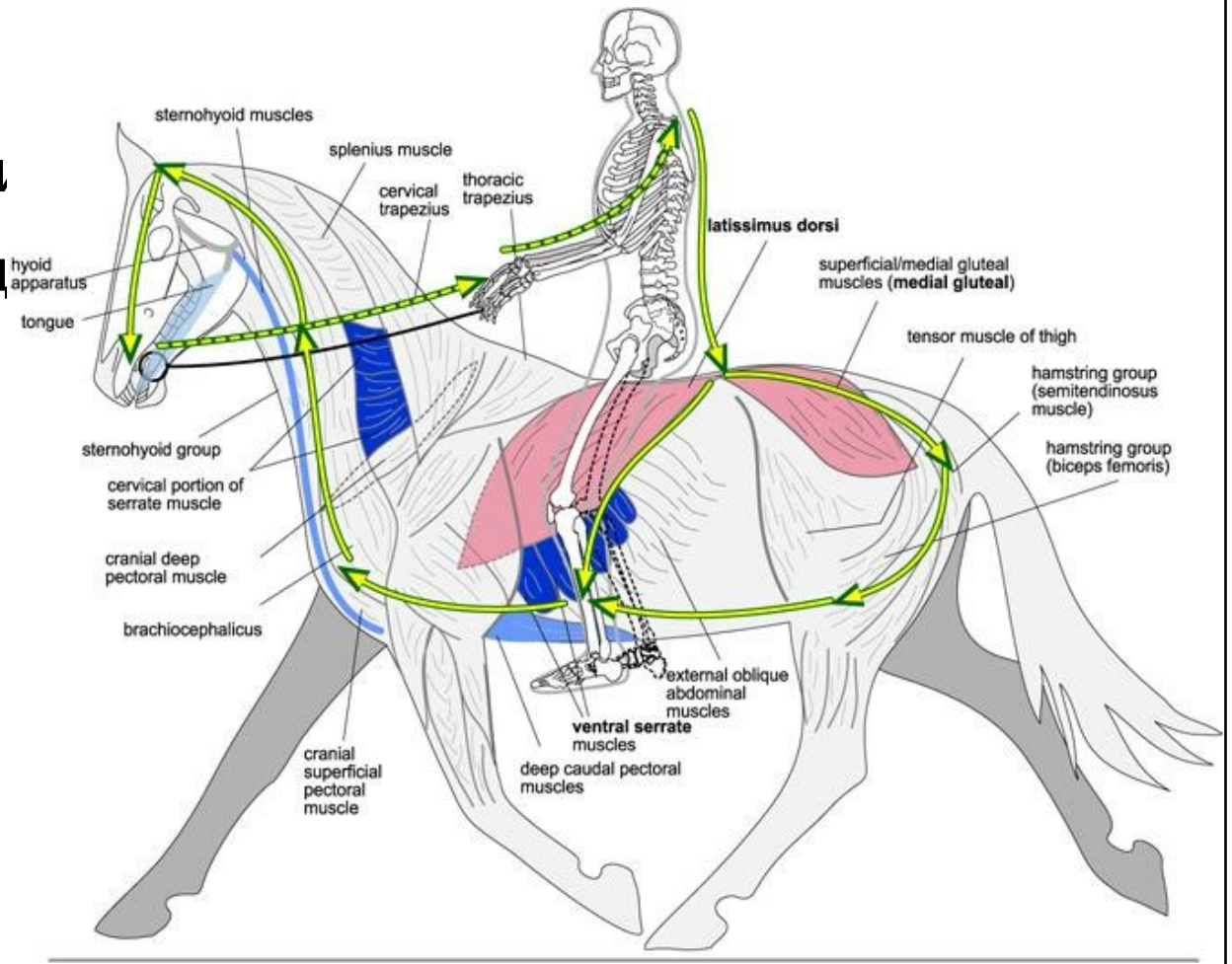
Закон "Деметры"

- Уберём раскрытие пользователю интерфейса напрямую

```
class Options {
  Directory current_;
// ....
public:
  string getPath() const; // returns current_.getPath()
// ....
};

Options opts(argc, argv);

string path = opts.getPath();
```

Аллегория закона "Деметры"

- Всадник должен управлять лошадью, но не ногами лошади
- Было бы странно, если бы всад получил интерфейс к нервам, позволяющим двигать ногами лошади напрямую
- Но именно это регулярно происходит в плохо спроектированных системах



Пример плохого проектирования

- Допустим для удобства мы спроектировали множество перегрузки так

```
// parses "010" as 8, "0x10" as 16, "10" as 10
int strtoint(string s);

// respects user radix
int strtoint(string s, int radix);
```

- На какие проблемы может наткнуться программист невнимательно чит документацию?
- Всегда ли программисты внимательно читают документацию?

POLA: убираем удивительное

- Для наименьшего удивления мы можем устроить функцию так

```
// radix = 10 if not specified
int strtoint(string s, int radix = 10);
```

- Теперь при неправильном использовании будет разумная ошибка
- Вторую можно оставить как

```
// parses "010" as 8, "0x10" as 16, "10" as 10
int smart_strtoint(string s);
```