Абстрактни класове
и
полиморфизъм

Що е полиморфизъм?

- Общо: Свойството на даден елемент да приема повече от една форма
- Видове полиморфизъм
  - претоварване на функции: различна реализация в зависимост от типовете на параметрите
    Rational operator+(Rational x, Rational y);
  - параметричен типов полиморфизъм: една и съща реализация независимо от типовете
    template <typename T> swap(T& x, T& y);
  - **подтипов полиморфизъм**: една и съща сигнатура за всички подтипове на даден тип
    void Person::print() const;

Защо ни е полиморфизъм?

- Защо ни е цикъл?
- Защо ни е функция от по-висок ред?
- Защо ни е шаблон?
- Искаме да можем да обработваме много сходни форми по унифициран начин

Що е интерфейс?

- Множество от операции, които поддържа даден тип
  - не включва физическото представяне на типа
  - не включва реализацията на операциите
  - включва имената на операциите
  - включва брой и типове на параметрите
- Ако няколко класа имат общ интерфейс, с тях може да се работи унифицирано
  - но затова всички операции от интерфейса трябва да са виртуални, т.е. с динамично свързване

Примери за интерфейси

- Интерфейс на автомобил
  - волан
  - педали
  - скоростен лост
  - фарове, стопове, мигачи
  - лостове за управление на светлините
  - клаксон
- Учим се да шофираме конкретна кола, а всъщност научаваме да шофираме която и да е кола!

Примери за интерфейси

- Интерфейс на Person
  - наследници: Student, Employee, Intern
- void print() const;
- void read();
  - всеки наследник предоставя нова реализация, която надгражда предната
- селектори и мутатори за ID, name
  - използва се първоначалната реализация в Person

Примери за интерфейси

- Интерфейс за задача (Task)
  - QuickTask — бърза задача от една единица време
  - SimpleTask — проста (атомарна) задача за няколко единици време
    - изхвърляне на боклука
  - RepeatTask — задача от няколко повтарящи се задачи
    - 20 лицеви опори
  - ComplexTask — сложна (съставна) задача от други задачи
    - вземане на курс във ФМИ
- void print() const;
  - отпечатва информация за задачата
- int time() const;
  - отпечатва брой единици време за изпълнение на задачата
- селектор и мутатор за progress
  - продължава изпълнението на задачата

Примери за интерфейси

- Интерфейс на абстрактен тип данни Stack
  - StaticStack — реализиран чрез масив
  - DynamicStack — свързана реализация
  - bool push(T const&);
  - bool pop(T &);
  - bool empty() const;
- всеки наследник има собствена реализация на член-данните и член-функциите

Видове наследяване

- Наследяване на реализация (имплементация)
  - наследниците споделят член-данни
  - наследниците споделят (частично) реализация на член-функции
  - пример: Person
- Наследяване на интерфейси
  - наследниците споделят сигнатури на член-функции, но предлагат различна реализация
  - пример: Stack
- Смесено наследяване
  - пример: Task

Абстрактни класове

- Наследяването на интерфейси в C++ се реализира чрез **чисти виртуални функции**
- virtual <сигнатура> = 0;
- Освобождава ни от задължението да представим дефиниция за тази член-функция
- Клас в който има поне една чиста виртуална функция се нарича **абстрактен**
- Не можем да създаваме обекти от абстрактен клас!
- Абстрактен клас, който няма член-данни и всички член-функции са виртуални чисти се нарича **интерфейс**

Абстрактни класове

- Ако наследник на абстрактен клас не реализира някоя чиста виртуална функция, то той също остава абстрактен
- Абстрактните класове могат да имат конструктори и деструктори
  - но те винаги се извикват косвено, от наследник
- Можем да имаме указатели и псевдоними към абстрактни класове
- Абстрактни класове не могат да са
  - параметри на шаблон
  - тип на връщан резултат

Хетерогенни контейнери

- Контейнери, които съдържат обекти от различен тип
- Реализират се чрез използване на указател към полиморфен тип
  - защо указател, а не директно обект?
  - защо указател, а не псевдоним?
- Над хетерогенните контейнери могат да се изпълняват масови операции от общия интерфейс
  - print()

Йерархия от задачи

- Да се реализира йерархията от задачи
  - кой ще е общият интерфейс Task?
  - могат ли да се извлекат общи член-данни и реализация в базов абстрактен клас? кои са те?
  - какви член-данни ще има QuickTask?
  - какви член-данни ще има SimpleTask?
  - как RepeatTask ще помни коя задача ще повтаря?
  - може ли RepeatTask да преизползва функционалност от някой от другите класове?
  - как RepeatTask ще възстановява повтарящата задача, когато трябва да я започне отначало?

Обектно-ориентиран дизайн

- Един от подходите за организация на програмен код
- Описва структурата на класовете и връзките между тях
  - какви класове ще има и какви концепции от проблемната област ще описват
  - какви атрибути и операции ще поддържат
  - може ли да се извлече общ интерфейс
  - може ли да се извлече обща функционалност
  - може ли да се преизползва функционалност чрез наследяване

Шаблони за дизайн

- Често срещани и изпитани рецепти за решаване на задачи от обектно-ориентиран дизайн
- Всеки шаблон адресира конкретно изискване или задача
- Използването на шаблони води до по-гъвкава и разширяема програма
- Прекомерното използване на шаблони води до тежка и трудна за поддържане програма
- Добрите готвачи са не тези, които могат да следват рецепти, а тези, които ги използват в правилния момент

Прототип (Prototype)

- Динамично създаване на копие на даден обект, без да е предварително известен неговият тип
- class Cloneable {
  public:
    virtual Cloneable* clone() const = 0;
  };
- class A : public Cloneable {
    Cloneable* clone() const { return new A(*this); }
- Cloneable *prototype, *current;
- void reset() {
      delete current;
      current = prototype->clone();
  }

Влагане на повторения

- Тъй като RepeatedTask е Task, можем да повтаряме повтаряема задача!
- new RepeatedTask(„level1“, 5,
  new RepeatedTask(„level2“, 10,
  new RepeatedTask(„level3“, 15,
  new SimpleTask(„end“, 3))));

ComplexTask

- Искаме да направим задача, която се състои от много други задачи
- Можем ли да преизползваме вече написан клас?

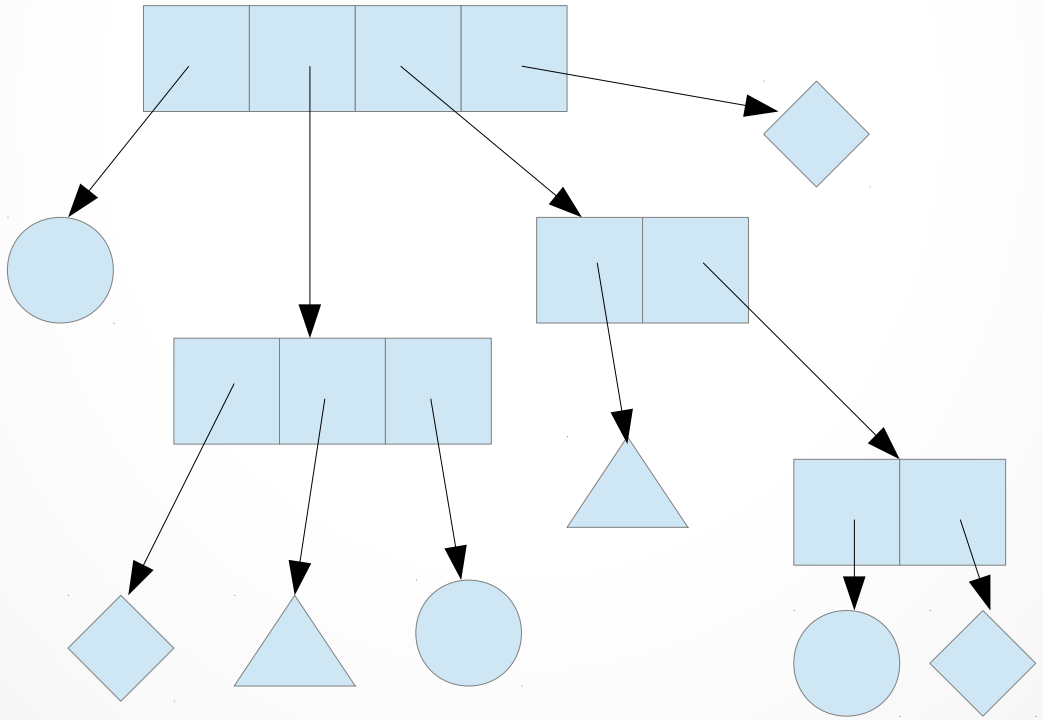
Композиция (Composite)

- Позволява група от обекти да бъдат третирани като един обект
- class Node { ... void print() const; ... };
- class Leaf : public Node { ... };
- class Composite : public Node {

```
    ...
    void addNode(Node*, ...);
    bool removeNode(...);
    Node* getNode(...);
    ...
};
```

Хетерогенни дървовидни структури

- Шаблонът Composite позволява построяването на дървовидни структури с произволна дълбочина



Сериализация

- Представянето на обект от паметта в последователен („сериен“) вид, подходящ за запис и трансфер
- не е тривиално, когато имаме свързано представяне
- десериализация е процесът на възстановяване на обект по неговото последователно представяне
- сериализираното представяне трябва да е
  - обратимо
  - удобно за автоматична обраотка

Сериализация

- class Serializable {
  virtual void serialize(ostream&) = 0;
  virtual void deserialize(istream&) = 0;
  };
- Искаме да реализираме сериализация на задачи
- Проблем: как да десереализираме хетерогенни контейнери?
  - предварително не знаем кой тип обект да създадем!
  - трябва да имаме подсказка в представянето!

Фабрика (Factory)

- Обект, който създава обекти от различни типове
- class Factory {
  Factory(...);
  Object* createObject(...);
  ...
  };

Статистика за изпълнени задачи

- Да се събере статистика за
  - брой започнати задачи
  - брой завършени задачи
  - списък на текущо изпълнявани задачи
  - списък на всички изпълнени задачи

Observer

- Субект поддържа списък от обекти, които са се регистрирали да наблюдават за събития
- class Observable {
  void addObserver(Observer* o);
  void removeObserver(Observer* o);
  };
- class Observer {
  virtual void notify(Observable* o) = 0;
  };