Объектно-ориентированное программирование

Object-oriented programming

XIV. Обзор курса

Course review

Сначала был C

```
#include <string.h>

  char * __cdecl strcpy(char * __restrict__ _Dest,const char * __restrict__ _Source);
  char * __cdecl strcat(char * __restrict__ _Dest,const char * __restrict__ _Source);
  int __cdecl strcmp(const char *_Str1,const char *_Str2);
  size_t __cdecl strlen(const char *_Str);
  _CRTIMP char *__cdecl _strdup(const char *_Src);
  _CONST_RETURN char *__cdecl strchr(const char *_Str,int _Val);
  _CRTIMP char *__cdecl _strrev(char *_Str);
  _CONST_RETURN char *__cdecl strstr(const char *_Str,const char *_SubStr);
...

typedef char * str;
```

Инкапсуляция

```
typedef struct {
    char * text;
    char * (*cons)(char*, const char*);
} str;

    // ...

    const char *cs1 = "hello";
    str s1 = { malloc(strlen(cs1) + 1), strcpy};
    s1.cons(s1.text, cs1);
    printf(s1.text);
```

Object-oriented C

```
typedef struct _class {
    size_t        size;
    void *        (*ctor)(void *self, va_list *app);
} Class;

typedef struct _string {
    const void * class;
    char *       text;
} String;

static void * String_ctor(void *_self, va_list *app);
void *        new(const void *_class, ...);
```

https://www.cs.rit.edu/~ats/books/ooc.pdf

Object-oriented C

```
static void *String_ctor(void *_self, va_list *app) {
    String *self = _self;
    const char *text = va_arg(*app, const char *);
    self->text = malloc(strlen(text) + 1);
    assert(self->text);
    strcpy(self->text, text);
    return self;
}
```

* “stdarg.h”

Object-oriented C

```
void *new(const void *_class, ...) {
    const Class *class = _class;
    void *p = calloc(1, class->size);
    assert(p);
    *(const Class **)p = class;
    if (class->ctor) {
        va_list ap;
        va_start(ap, _class);
        p = class->ctor(p, &ap);
        va_end(ap);
    }
    return p;
}
```

Object-oriented C

```
static const Class _String = {
    sizeof(String),
    String_ctor
};

const void *string = &_String;

void *a = new (string, "some text");
```

“If you are "*setting*" values **from the outside** of an object, you are doing "*simulated data structure programming*" **rather than object oriented** programming.”

Alan C. Kay

Классы

```
class str {
    char * text{nullptr};
public:
    ~str();
    str() = default;
    str(const char*);
    str(const str&);
    str(const str&&) noexcept;
    str &operator=(const str&);
    str &operator=(str&&) noexcept;
    void swap(str&);
    // ...
};
```

Классы

- … группируют алгоритмы вместе с данными, которые они изменяют
- … скрывают внутреннее состояние объекта от внешнего воздействия
- … позволяют изменять поведение других типов данных

Перегрузка

```
// str s = "0"; std::cout << 1 + s;

class str {
public:
    friend std::ostream& operator<<(std::ostream&, const str&);
    friend str operator+(int, const str&);
};
```

Наследование

```
class pure_str : public str {
public:
    friend std::ostream& operator<<(std::ostream&, const pure_str&);

    friend str operator+(int, const pure_str&) = delete;
    // pure_str ps = "0"; std::cout << 1 + s;

    friend str operator+(int, const str&) = delete;
    // str s = "0"; std::cout << 1 + s;
};
```

Композиция

```
class pure_str {
    str string;
public:
    friend std::ostream& operator<<(std::ostream&, const pure_str&);

    // friend str operator+(int, const pure_str&);
    // pure_str ps = "0"; std::cout << 1 + s;
};
```

Другой пример

```
template <typename T> class iterator {
protected:
    T * ptr{nullptr};
public:
    iterator& operator++() { ptr++; return *this; }
};

template <typename T> class reverse_iterator : public iterator {
public:
    reverse_iterator& operator++() { ptr--; return *this; }
};
```

Адаптер

```
template <typename T> class iterator {
    T * ptr{nullptr};
public:
    iterator& operator++() { ptr++; return *this; }
};

template <typename Iterator> class reverse_iterator {
    Iterator iter;
public:
    reverse_iterator& operator++() { iter--; return *this; }
};
```

Полиморфизм

```
class str {
    char * text{nullptr};
public:
    str(iterator<char>, iterator<char>);
    // ...
};

str s1 = "hello";
str s2(s1.end(), s1.begin());
```

Полиморфизм

```
template <typename T> class iterator;
class reverse_iterator : public iterator<char>;

// str s2(s1.end(), s1.begin())

str::str(iterator<char> a, iterator<char> b) {
    // ...
    auto start = a; auto finish = b;
    for (;start != finish;) {
        *text++ = *start++;
    }
}
```

Динамический полиморфизм

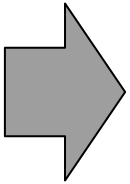
```
template <typename T> class iterator;
class reverse_iterator : public iterator<char>;

str::str(iterator<char> &a, iterator<char> &b) {
    // ...
    auto start = a; auto finish = b;
    for (;start != finish; *text++ = *start++);
}

str s2(reverse_iterator(s1.end()), reverse_iterator(s1.begin()));
```

Статический полиморфизм

```
template <typename T> class iterator;
template <typename Iterator> class reverse_iterator;

template <typename Iter> str::str(Iter a, Iter b) {
    // ...
    auto start = a; auto finish = b;
    for (;start != finish; *text++ = *start++);
}

str s2(reverse_iterator(s1.end()), reverse_iterator(s1.begin()));
```

Полиморфные классы

```
str s3 = U"🌲"; // UTF-8 -> char32_t*

template <typename T> class str {
    T* text;
public:
    str(const T*);
    // ...
};
```



```
template<>
class str<char32_t> {
  char32_t * text;

public:
  str(const char32_t *);
    // ...
};
```

https://stackoverflow.com/a/50407375/2874555

std::basic_string<>

```
namespace std {
    template <
        typename _CharT,
        typename _Traits,
        typename _Alloc>
    class basic_string {
        // ...

// Use empty-base optimization:
http://www.cantrip.org/emptyopt.html
        struct _Alloc_hider : allocator_type {
            pointer _M_p; // The actual data.
        };

        _Alloc_hider _M_dataplus;
        size_type _M_string_length;
```

```
        enum {
            _S_local_capacity = 15 / sizeof(_CharT)
        };

        union {
            _CharT _M_local_buf[_S_local_capacity + 1];
            size_type _M_allocated_capacity;
        };

        // ...
    };


    typedef basic_string<char, ...> string;
};
```

https://github.com/gcc-mirror/gcc/blob/master/libstdc%2B%2B-v3/include/bits/basic_string.h

Промежуточные итоги

Динамический полиморфизм

- имитирует обобщенные функции через иерархии типов данных
- позволяет использовать интерфейсы (абстрактные классы)
- влияет на производительность (run-time)
- невозможно доказать правильность некоторых алгоритмов

Статический полиморфизм

- имитирует обобщенные функции через текстовую подстановку (templates)
- имитирует интерфейсы через текстовую подстановку (concepts)
- влияет на время компиляции (compile-time)
- компилятор доказывает правильность некоторых алгоритмов

Объекты или функции?

https://youtu.be/rpCc-cfYa3k

```
size_t find(const char* substr) const {
    const char* current = text;
    const char* subcurrent = substr;
    size_t pos = 0;
    while (*current) {
        if (*current == *subcurrent) {
            const char* start = current;
            while (*current && *subcurrent && *current == *subcurrent) {
                current++;
                subcurrent++;
            }
            if (*subcurrent == '\0')
                return pos;
            subcurrent = substr;
        }
        current++;
        pos++;
    }
    return -1;
}
```

```
size_t find(const char* substr) const {
    const char* current = text;
    const char* subcurrent = substr;
    size_t pos = 0;
    while (*current) {
        if (*current == *subcurrent) {
            const char* start = current;
            while (*current && *subcurrent && *current == *subcurrent) {
                current++;
                subcurrent++;
            }
            if (*subcurrent == '\0')
                return pos;
            subcurrent = substr;
        }
        current++;
        pos++;
    }
    return -1;
}
```

```
bool advance_pos(const char * &current, const char * substr, size_t &pos) {
    const char* subcurrent = substr;
    if (*current == *subcurrent) {
        // const char* start = current;
        while (*current && *subcurrent && *current == *subcurrent) {
            current++;
            subcurrent++;
        }
        if (*subcurrent == '\0')
            return false;
        subcurrent = substr;
    }
    pos++;
    return true;
}
```

Top-down vs. bottom-up

```
size_t scan(const char* substr) {
    size_t pos = 0;
    const char* current = text;
    while (*current++ && advance_pos(current, substr, pos)) {
        // current++;
        // pos++;
    }
    return pos;
}

size_t find(const char* substr) const {
    // const char* current = text;
    // const char* subcurrent = substr;
    size_t pos = scan(substr);
    return pos ? pos : -1;
}
```

string.h

```
size_t find(const char* substr) const {
    // const char* current = text;
    char *pos = strstr(text, substr);
    return (pos) ? pos - text : -1;
}
```

Функции – ваши друзья

1. Написать больше кода – это путь наименьшего сопротивления, нужно бороться с этим желанием.
2. Обычно это означает, что надо написать функцию.
3. Обычно эту функцию уже написал кто-то другой.
4. Если такой функции нет, надо её написать, потому что в будущем пригодится.
5. Не передавайте в функцию данные, которые ей не нужны для работы.
6. По возможности передавайте аргументы по значению (легче тестировать, нет побочных эффектов)

ООП-альтернативы C++

- Objective-C (message passing, dynamic resolution)
  - вместо виртуальных таблиц – “хэндлы” сообщений
  - объект выбирает какой метод вызывать в ответ на сообщение
- Erlang (actor model*)
  - каждый “процесс” (актер) содержит очередь сообщений, которые он обрабатывает
  - внутреннее “состояние” процесса меняется в ответ на сообщение
  - “let it crash”

* Модель была разработана Карлом Хьюэттом под влиянием объектов в Smalltalk. Smalltalk был разработан под влиянием системы PLANNER, разработанной Хьюэттом, которая стала основой языка Prolog. Prolog был основой разработки языка Erlang.

https://softwareengineering.stackexchange.com/a/277469
https://www.cocoawithlove.com/2009/10/objective-c-niche-why-it-survives-in.html

Actor model

https://youtu.be/7erJ1DV_Tlo?t=52