补充材料：
1）分程序结构&Lambda表达式
2）面向对象语言的编译方法

史晓华

北京航空航天大学

2023-9

SWIFT语言是一种分程序结构语言

- **Functions can be nested**. Nested functions have access to variables that were declared in the outer function. You can use nested functions to organize the code in a function that is long or complex.

```
func returnFifteen() -> Int {
    var y = 10
    func add() {
        y += 5
    }
    add()
    return y
}
returnFifteen()
```

https://docs.swift.org/swift-book/GuidedTour/GuidedTour.html

为什么要使用DISPLAY区处理分程序结构对外层变量的引用？

```
func A(){
        var int localA ;
        func B(){
                ... C() ; ...
                localA = ....
        }
        func C(){
                ... B() ; ...
                localA = ...
        }
        ...B()...
}
```

- **如果不使用DISPLAY区，在B()或者C()中如何访问localA?**

Lambda表达式(Closures)是分程序吗？

- Lambda表达式可以理解为一种“匿名”的内联函数
  - 不同语言的Lambda表达式的设计和实现不同，有的（有时）可以内联，有的需要动态调用
- C++为例

```
auto ptr = []() {cout << "hello" << endl; };      //lambda表达式
ptr();//调用函数

 //带参数的lambda表达式
auto fun = [](int x, int y)->int {cout << x + y << endl; return y;};
//  这里的->后面写的是返回值类型
auto z=fun(3, 4);
```

C++Lambda表达式变量作用域

- **[captures]** (params) mutable-> type{...}
  - 在 lambda 表达式引出操作符[ ]里的“**captures**”称为“捕获列表”，可以捕获表达式外部作用域的变量，在函数体内部直接使用。**这种语言设计在编译时可以规避DISPLAY区**
  - Java语言支持的Lambda表达式在访问外部变量时要求被访问变量为**final**类型，同样可以起到规避DISPLAY的作用
- 捕获列表里可以有多个捕获选项，以逗号分隔，使用了略微“新奇”的语法，规则如下
  - [ ]　　：无捕获，函数体内不能访问任何外部变量
  - [=]　　：以值（拷贝）的方式捕获所有外部变量，函数体内可以访问，但是不能修改。
  - [&]　　：以引用的方式捕获所有外部变量，函数体内可以访问并修改（需要当心无效的引用）；
  - [var]　：以值（拷贝）的方式捕获某个外部变量，函数体可以访问但不能修改。
  - [&var]：以引用的方式获取某个外部变量，函数体可以访问并修改
  - [this]　：捕获this指针，可以访问类的成员变量和函数，
  - [=，&var]：引用捕获变量var，其他外部变量使用值捕获。
  - [&，var]：只捕获变量var，其他外部变量使用引用捕获。

分程序结构和Lambda表达式

- lambda表达式是分程序结构在软件工程和编程方法意义上的进阶版，但是**lambda表达式不完全等同于传统分程序结构**
  - 它们对外层变量的引用方式上有较大不同，编译方法也不一样

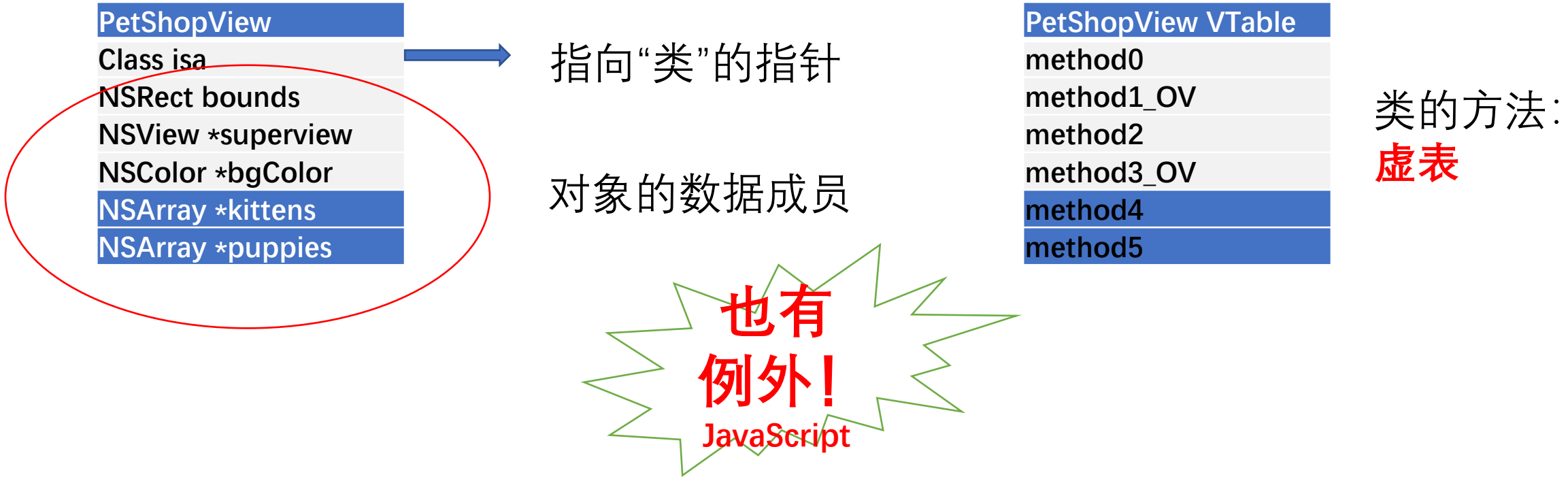
- lambda表达式在不同语言中的设计不同，这也会导致编译方法的差异较大，但一般倾向于低负载的调用机制
  - **规避DISPLAY**
  - **内联**

面向对象语言的编译技术

- 针对面向对象语言的3个主要基本特征的编译方法
  - 封装
  - 继承
  - 多态

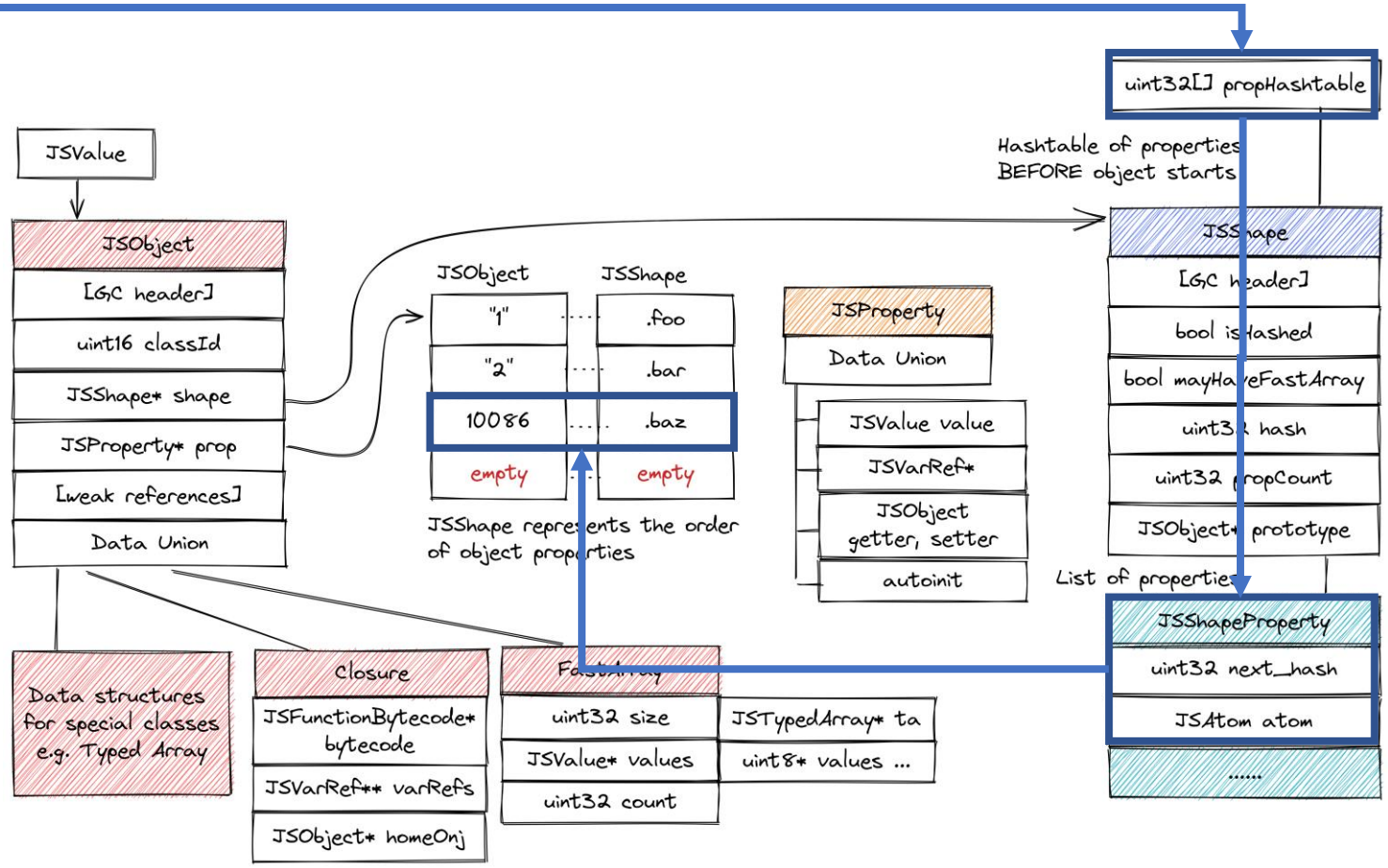
对象的封装

- 隐藏对象的属性和实现细节，仅对外提供公共访问方式
- 编译器对对象的数据管理机制



JavaScript的对象和类

get_field ".baz"



对象的继承

- 成员和方法都可以继承

NSView (Leopard)	
0	Class isa
4	NSRect bounds
20	NSView *superview
24	NSColor *bgColor

PetShopView
Class isa
NSRect bounds
NSView *superview
NSColor *bgColor
NSArray *kittens
NSArray *puppies

对象成员

NSView (Leopard) Vtable	
0	method0
4	method1
8	method2
12	method3

PetShopView VTable
method0
method1_OV
method2
method3_OV
method4
method5

方法虚表

多态的实现

- 基于虚表的实现

NSView (Leopard) Vtable	
0	method0
4	method1
8	method2
12	method3

PetShopView VTable
method0
method1_OV
method2
method3_OV
method4
method5

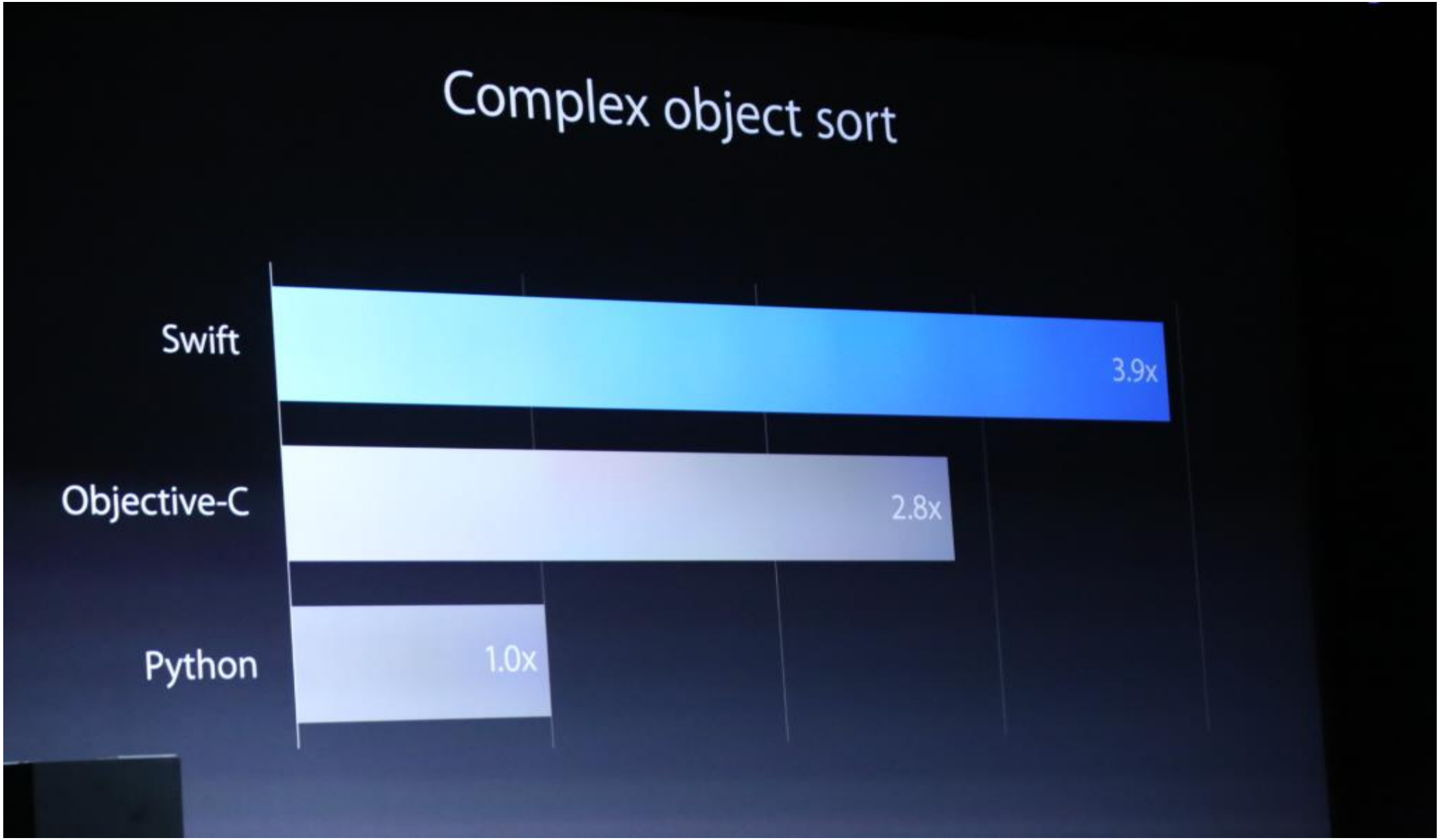
虚表

```
//call obj.method3()
mov ecx, [ebp+8] //ecx = obj
mov eax, [ecx]   //eax = obj.vtable
call [eax+12]    //call obj.vtable[3]
```

Objective-C Method Dispatching

- Clang编译器将所有函数调用转为对 *objc_msgSend()*的调用
  - passing an object, method selector and parameters as arguments
  - 例, *[object message: param]* 将变为: *objc_msgSend(object, @selector(message:), param, nil)*
  - ***objc_msgSend()* 处理Object-C中所有method dispatching**
    - 汇编实现、开源

```
id objc_msgSend ( id obj, SEL op, ... ){
    Class c = object_getClass(obj);
    IMP imp = CacheLookup(c, op);
    if (!imp) {
        imp = class_getMethodImplementation(c, op);
    }
    jump imp(obj, op, ...);
}
```


Complex object sort
Swift
3.9x
Objective-C
2.8x
Python
1.0x