

interview

review list

- 代理模式
- 元类的作用
- OC对象的内存布局

OC底层

元类的作用

Class的定义

```
typedef struct objc_class *Class;
```

objc_class的定义

```
struct objc_class : objc_object {  
    // Class ISA;  
    Class superclass;  
    cache_t cache;           // formerly cache pointer and vtable  
    class_data_bits_t bits;  // class_rw_t * plus custom rr/alloc flags  
  
    // 省略方法...  
}
```

objc_object的定义

```
struct objc_object {  
private:  
    isa_t isa;  
  
public:  
  
    // ISA() assumes this is NOT a tagged pointer object  
    Class ISA();  
  
    // rawISA() assumes this is NOT a tagged pointer object or a non pointer ISA  
    Class rawISA();  
  
    // getIsa() allows this to be a tagged pointer object  
    Class getIsa();  
  
    uintptr_t isaBits() const;
```

```
// initIsa() should be used to init the isa of new objects only.  
// If this object already has an isa, use changeIsa() for correctness.  
// initInstanceIsa(): objects with no custom RR/AWZ  
// initClassIsa(): class objects  
// initProtocolIsa(): protocol objects  
// initIsa(): other objects  
void initIsa(Class cls /*nonpointer=false*/);  
void initClassIsa(Class cls /*nonpointer=maybe*/);  
void initProtocolIsa(Class cls /*nonpointer=maybe*/);  
void initInstanceIsa(Class cls, bool hasCxxDtor);  
  
// changeIsa() should be used to change the isa of existing objects.  
// If this is a new object, use initIsa() for performance.  
Class changeIsa(Class newCls);  
  
bool hasNonpointerIsa();  
bool isTaggedPointer();  
bool isBasicTaggedPointer();  
bool isExtTaggedPointer();  
bool isClass();  
  
// object may have associated objects?  
bool hasAssociatedObjects();  
void setHasAssociatedObjects();  
  
// object may be weakly referenced?  
bool isWeaklyReferenced();  
void setWeaklyReferenced_nolock();  
  
// object may have -.cxx_destruct implementation?  
bool hasCxxDtor();  
  
// Optimized calls to retain/release methods  
id retain();  
void release();  
id autorelease();  
  
// Implementations of retain/release methods  
id rootRetain();  
bool rootRelease();  
id rootAutorelease();  
bool rootTryRetain();  
bool rootReleaseShouldDealloc();  
uintptr_t rootRetainCount();  
  
// Implementation of dealloc methods  
bool rootIsDeallocating();  
void clearDeallocating();  
void rootDealloc();  
  
private:  
    void initIsa(Class newCls, bool nonpointer, bool hasCxxDtor);
```

```

// Slow paths for inline control
id rootAutorelease2();
uintptr_t overrelease_error();

#if SUPPORT_NONPOINTER_ISA
    // Unified retain count manipulation for nonpointer isa
    id rootRetain(bool tryRetain, bool handleOverflow);
    bool rootRelease(bool performDealloc, bool handleUnderflow);
    id rootRetain_overflow(bool tryRetain);
    uintptr_t rootRelease_underflow(bool performDealloc);

    void clearDeallocating_slow();

    // Side table retain count overflow for nonpointer isa
    void sidetable_lock();
    void sidetable_unlock();

    void sidetable_moveExtraRC_nolock(size_t extra_rc, bool isDeallocating, bool
weaklyReferenced);
    bool sidetable_addExtraRC_nolock(size_t delta_rc);
    size_t sidetable_subExtraRC_nolock(size_t delta_rc);
    size_t sidetable_getExtraRC_nolock();
#endif

    // Side-table-only retain count
    bool sidetable_isDeallocating();
    void sidetable_clearDeallocating();

    bool sidetable_isWeaklyReferenced();
    void sidetable_setWeaklyReferenced_nolock();

    id sidetable_retain();
    id sidetable_retain_slow(SideTable& table);

    uintptr_t sidetable_release(bool performDealloc = true);
    uintptr_t sidetable_release_slow(SideTable& table, bool performDealloc = true);

    bool sidetable_tryRetain();

    uintptr_t sidetable_retainCount();
#endif DEBUG
    bool sidetable_present();
#endif
};

```

isa_t的定义

```
x86_64
#define ISA_MASK          0x00007fffffffff8ULL
#define ISA_MAGIC_MASK    0x001f80000000001ULL
#define ISA_MAGIC_VALUE   0x001d800000000001ULL
#define ISA_BITFIELD

    uintptr_t nonpointer      : 1;
    uintptr_t has_assoc       : 1;
    uintptr_t has_cxx_dtor    : 1;
    uintptr_t shiftcls        : 44; /*MACH_VM_MAX_ADDRESS 0x7fffffe00000*/ \
    uintptr_t magic            : 6;
    uintptr_t weakly_referenced : 1;
    uintptr_t deallocating     : 1;
    uintptr_t has_sidetable_rc : 1;
    uintptr_t extra_rc         : 8

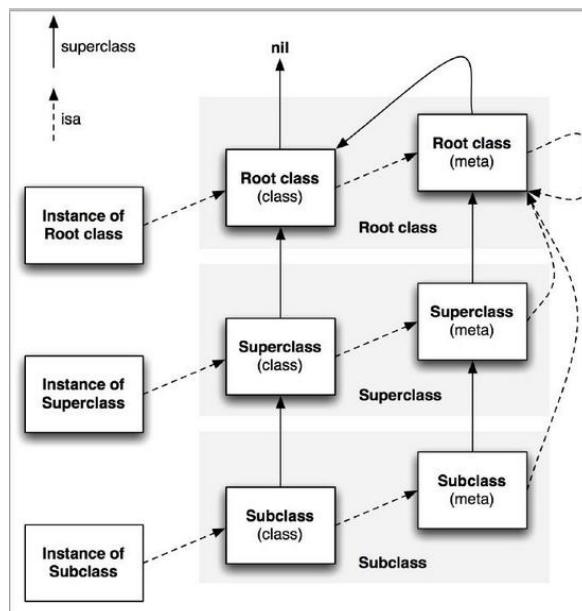
#define RC_ONE    (1ULL<<56)
#define RC_HALF   (1ULL<<7)

union isa_t {
    isa_t() { }
    isa_t(uintptr_t value) : bits(value) { }

    Class cls;
    uintptr_t bits;

#if defined(ISA_BITFIELD)
    struct {
        ISA_BITFIELD; // defined in isa.h
    };
#endif
};
```

类的结构



`isa` 顾名思义 `is a` 表示对象所属的类。

`isa` 指向他的类对象，从而可以找到对象上的方法。

同一个类的不同对象，他们的 `isa` 指针是一样的

Objective-C 内存管理原则

1. 自己生成的对象，自己持有
2. 非自己生成的对象，自己也能持有
3. 不再需要自己持有的对象时释放
4. 非自己持有的对象无法释放

一个OC对象如何进行内存布局

```
// Class的定义
typedef struct objc_class *Class;

// objc_class的定义
struct objc_class : objc_object {
    // Class ISA;
    Class superclass;
    cache_t cache;           // formerly cache pointer and vtable
    class_data_bits_t bits;   // class_rw_t * plus custom rr/alloc flags

    class_rw_t *data() const {
        return bits.data();
    }
}

// objc_object的定义
struct objc_object {
private:
    isa_t isa;
}

// class_data_bits_t的定义
struct class_data_bits_t {
    class_rw_t* data() const {
        return (class_rw_t *) (bits & FAST_DATA_MASK);
    }
}

// class_rw_t的定义
struct class_rw_t {
```

```

// Be warned that Symbolication knows the layout of this structure.

    uint32_t flags;
    uint16_t version;
    uint16_t witness;

    const class_ro_t *ro;

    method_array_t methods;
    property_array_t properties;
    protocol_array_t protocols;

    Class firstSubclass;
    Class nextSiblingClass;

    char *demangledName;

#if SUPPORT_INDEXED_ISA
    uint32_t index;
#endif
}

// class_ro_t
struct class_ro_t {
    uint32_t flags;
    uint32_t instanceStart;
    uint32_t instanceSize;
#ifdef __LP64__
    uint32_t reserved;
#endif

    const uint8_t * ivarLayout;

    const char * name;
    method_list_t * baseMethodList;
    protocol_list_t * baseProtocols;
    const ivar_list_t * ivars;

    const uint8_t * weakIvarLayout;
    property_list_t *baseProperties;

    method_list_t *baseMethods() const {
        return baseMethodList;
    }
};


```

- 所有父类的成员变量和自己的成员变量都会存放在该对象所对应的存储空间中.
- 每一个对象内部都有一个isa指针,指向他的类对象,类对象中存放着本对象的

1. 对象方法列表（对象能够接收的消息列表，保存在它所对应的类对象中）
2. 成员变量的列表，
3. 属性列表，

它内部也有一个isa指针指向元对象(meta class),元对象内部存放的是类方法列表,类对象内部还有一个superclass的指针,指向他的父类对象。

每个 Objective-C 对象都有相同的结构，如下图所示：

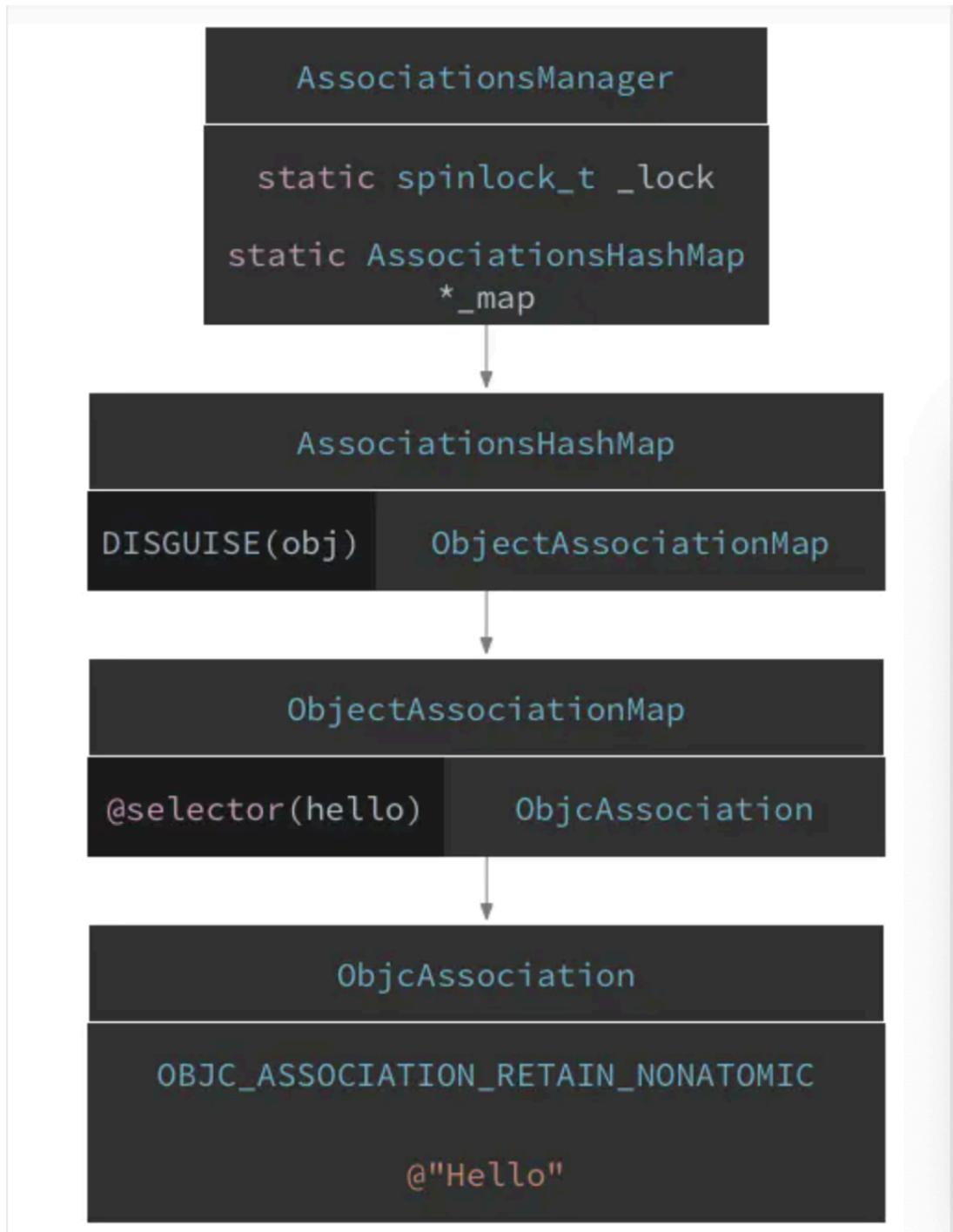


- 根对象就是NSObject，它的superclass指针指向nil
- 类对象既然称为对象，那它也是一个实例。类对象中也有一个isa指针指向它的元类(meta class)，即类对象是元类的实例。元类内部存放的是类方法列表，根元类的isa指针指向自己，superclass指针指向NSObject类

关联对象的存储形式

关联对象存储在散列表AssociationsHashMap中，它是一个单例对象，保存了所有分类对象的关联对象散列表，key有分类对象内存地址的hash值；对象AssociationsHashMap中的ObjectAssociationMap保存具体分类对象所有的关联对象，key为关联对象的关联字符串，ObjcAssociation是对关联对象的封装。

内存布局



获取关联对象

```

id
_object_get_associative_reference(id object, const void *key)
{
    ObjcAssociation association{};

    {
        AssociationsManager manager;
        AssociationsHashMap &associations(manager.get());
        AssociationsHashMap::iterator i = associations.find((objc_object *)object);
        if (i != associations.end()) {
            ObjectAssociationMap &refs = i->second;
            ObjectAssociationMap::iterator j = refs.find(key);
            if (j != refs.end()) {
                association = j->second;
                association.retainReturnedValue();
            }
        }
    }

    return association.autoreleaseReturnValue();
}

```

移除所有关联对象

```

1 void _object_remove_associations(id object) {
2     vector< ObjcAssociation,ObjcAllocator<ObjcAssociation> > elements;
3     {
4         AssociationsManager manager;
5         AssociationsHashMap &associations(manager.associations());
6         if (associations.size() == 0) return;
7         disguised_ptr_t disguised_object = DISGUISE(object);
8         AssociationsHashMap::iterator i = associations.find(disguised_object);
9         if (i != associations.end()) {
10             ObjectAssociationMap *refs = i->second;
11             for (ObjectAssociationMap::iterator j = refs->begin(), end = refs->end(); j != end; ++j)
12                 elements.push_back(j->second);
13             delete refs;
14             associations.erase(i);
15         }
16     }
17     for_each(elements.begin(), elements.end(), ReleaseValue());
18 }
19 }
```

category的底层实现

分类在`_read_images`函数中被注册到一个全局的hash表中

```
// 5. 注册category
// static UnattachedCategories unattachedCategories;
// class UnattachedCategories : public ExplicitInitDenseMap<Class, category_list>
for (EACH_HEADER) {
    for (i = 0; i < count; i++) {
        category_t *cat = catlist[i];
        Class cls = remapClass(cat->cls);
        objc::unattachedCategories.addForClass(lc, cls);
    }
}
```

`_read_images`函数在运行时调用`map_images`时被间接调用

保存分类信息的全局静态hash表是`unattachedCategories`

```
class UnattachedCategories : public ExplicitInitDenseMap<Class, category_list>
{
public:
    void addForClass(locstamped_category_t lc, Class cls)
    {
        runtimeLock.assertLocked();

        if (slowpath(PrintConnecting)) {
            _objc_inform("CLASS: found category %c%s(%s)",
                         cls->isMetaClass() ? '+' : '-',
                         cls->nameForLogging(), lc.cat->name);
        }

        // result -> std::pair<iterator, bool>
        // result.first -> iterator
        // iterator -> DenseMapIterator<Class, category_list>
        DenseMapValueInfo<category_list>, DenseMapInfo<Class>, detail::DenseMapPair<Class,
        category_list>>;
        // result.first->second -> category_list
        auto result = get().try_emplace(cls, lc);
        if (!result.second) {
            result.first->second.append(lc);
        }
    }
    ...
}
```

unattachedCategories通过成员方法**addForClass**注册分类

addForClass接收两个参数，一个参数是与分类关联的类，另一个是**locstamped_category_t**

```
struct locstamped_category_t {
    category_t *cat;
    struct header_info *hi;
};
```

通过以上操作，类与分类就被关联在hash表**unattachedCategories**中了，通过类就能够从hash表**unattachedCategories**中找到其所有的分类

- **unattachedCategories**保存的是存根类的分类信息，存根类即还不知道其元类的类
- 当存根类的元类被确定后，会调用**methodizeClass**函数，将分类中定义的对象方法、类方法、属性、协议信息合并到类信息中（类对象、元类对象中）
- 如果类不是存根类，则直接将分类中定义的对象方法、类方法、属性、协议信息合并到类信息中（类对象、元类对象中）

```

// Process this category.
if (cls->isStubClass()) {
    // Stub classes are never realized. Stub classes
    // don't know their metaclass until they're
    // initialized, so we have to add categories with
    // class methods or properties to the stub itself.
    // methodizeClass() will find them and add them to
    // the metaclass as appropriate.
    if (cat->instanceMethods ||
        cat->protocols ||
        cat->instanceProperties ||
        cat->classMethods ||
        cat->protocols ||
        (hasClassProperties && cat->_classProperties))
    {
        objc::unattachedCategories.addForClass(lc, cls);
    }
} else {
    // First, register the category with its target class.
    // Then, rebuild the class's method lists (etc) if
    // the class is realized.
    if (cat->instanceMethods || cat->protocols
        || cat->instanceProperties)
    {
        if (cls->isRealized()) {
            attachCategories(cls, &lc, 1, ATTACH_EXISTING);
        } else {
            objc::unattachedCategories.addForClass(lc, cls);
        }
    }

    if (cat->classMethods || cat->protocols
        || (hasClassProperties && cat->_classProperties))
    {
        if (cls->ISA()->isRealized()) {
            attachCategories(cls->ISA(), &lc, 1, ATTACH_EXISTING |
                ATTACH_METACLASS);
        } else {
            objc::unattachedCategories.addForClass(lc, cls->ISA());
        }
    }
}

```

合并分类中的信息到类信息中（类对象、元类对象中）通过函数
attachCategories实现

```

// Attach method lists and properties and protocols from categories to a class.
// Assumes the categories in cats are all loaded and sorted by load order,
// oldest categories first.
static void
attachCategories(Class cls, const locstamped_category_t *cats_list, uint32_t
cats_count,
    int flags)

```

```

{
    if (slowpath(PrintReplacedMethods)) {
        printReplacements(cls, cats_list, cats_count);
    }
    if (slowpath(PrintConnecting)) {
        _objc_inform("CLASS: attaching %d categories to %s class '%s' '%s",
                     cats_count, (flags & ATTACH_EXISTING) ? " existing" : "",
                     cls->nameForLogging(), (flags & ATTACH_METACLASS) ? "(meta)" :
                     "");
    }

/*
 * Only a few classes have more than 64 categories during launch.
 * This uses a little stack, and avoids malloc.
 *
 * Categories must be added in the proper order, which is back
 * to front. To do that with the chunking, we iterate cats_list
 * from front to back, build up the local buffers backwards,
 * and call attachLists on the chunks. attachLists prepends the
 * lists, so the final result is in the expected order.
 */
constexpr uint32_t ATTACH_BUFSIZ = 64;
method_list_t *mlists[ATTACH_BUFSIZ];
property_list_t *proplists[ATTACH_BUFSIZ];
protocol_list_t *protolists[ATTACH_BUFSIZ];

uint32_t mcount = 0;
uint32_t propcount = 0;
uint32_t protocount = 0;
bool fromBundle = NO;
bool isMeta = (flags & ATTACH_METACLASS);
auto rw = cls->data();

for (uint32_t i = 0; i < cats_count; i++) {
    auto& entry = cats_list[i];

    method_list_t *mlist = entry.cat->methodsForMeta(isMeta);
    if (mlist) {
        if (mcount == ATTACH_BUFSIZ) {
            prepareMethodLists(cls, mlists, mcount, NO, fromBundle);
            rw->methods.attachLists(mlists, mcount);
            mcount = 0;
        }
        mlists[ATTACH_BUFSIZ - ++mcount] = mlist;
        fromBundle |= entry.hi->isBundle();
    }

    property_list_t *proplist =
        entry.cat->propertiesForMeta(isMeta, entry.hi);
}

```

```

    if (proplist) {
        if (propcount == ATTACH_BUFSIZ) {
            rw->properties.attachLists(proplists, propcount);
            propcount = 0;
        }
        proplists[ATTACH_BUFSIZ - ++propcount] = proplist;
    }

    protocol_list_t *protolist = entry.cat->protocolsForMeta(isMeta);
    if (protolist) {
        if (protocount == ATTACH_BUFSIZ) {
            rw->protocols.attachLists(protolists, protocount);
            protocount = 0;
        }
        protolists[ATTACH_BUFSIZ - ++protocount] = protolist;
    }
}

if (mcount > 0) {
    prepareMethodLists(cls, mlists + ATTACH_BUFSIZ - mcount, mcount, NO,
fromBundle);
    rw->methods.attachLists(mlists + ATTACH_BUFSIZ - mcount, mcount);
    if (flags & ATTACH_EXISTING) flushCaches(cls);
}

rw->properties.attachLists(proplists + ATTACH_BUFSIZ - propcount, propcount);

rw->protocols.attachLists(protolists + ATTACH_BUFSIZ - protocount, protocount);
}

```

通过分类信息合并：

- 一个类所对应的分类下的对象方法，存放在该类的类对象的方法列表里面
- 一个类所对应的分类下的类方法，会存放在该类的元类对象的方法列表里面
- Category编译之后的底层结构是struct category_t，里面存储着分类的对象方法、类方法、属性、协议信息在程序运行的时候，runtime会将Category的数据，合并到类信息中（类对象、元类对象中）
- Class Extension在编译的时候，它的数据就已经包含在类信息中
- Category是在运行时，才会将数据合并到类信息中

增加实例变量的方法

编译后得到的类中

不能向编译后得到的类中增加实例变量

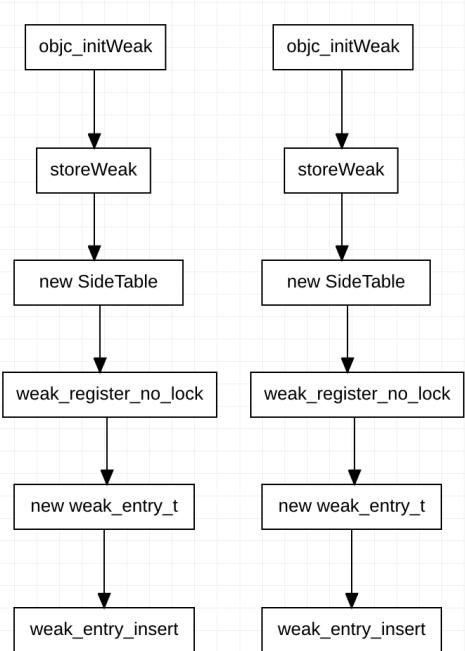
因为编译后的类已经注册在 runtime 中，类结构体中的objc_ivar_list 实例变量的链表 和 instance_size 实例变量的内存大小已经确定，同时 runtime 会调用 class_setivarLayout 或 class_setWeakivarLayout 来处理 strong weak 引用。所以不能向存在的类中添加实例变量

运行时创建的类中

能向运行时创建的类中添加实例变量

运行时创建的类是可以添加实例变量，调用 class_addIvar 函数。但是得在调用 objc_allocateClassPair 之后，objc_registerClassPair 之前

weak的底层实现



不持有对象，对对象弱引用

OC对象及其所有弱引用对象的关联保存在SideTable表中的weak_table中

```
struct SideTable {
    spinlock_t slock;
    RefcountMap refcnts; // 引用计数表
    weak_table_t weak_table; // weak表

    SideTable() {
        memset(&weak_table, 0, sizeof(weak_table));
    }

    ~SideTable() {
        _objc_fatal("Do not delete SideTable.");
    }

    void lock() { slock.lock(); }
    void unlock() { slock.unlock(); }
    void forceReset() { slock.forceReset(); }
}
```

```

// Address-ordered lock discipline for a pair of side tables.

template<HaveOld, HaveNew>
static void lockTwo(SideTable *lock1, SideTable *lock2);
template<HaveOld, HaveNew>
static void unlockTwo(SideTable *lock1, SideTable *lock2);

};

struct weak_table_t {
    weak_entry_t *weak_entries;
    size_t num_entries;
    uintptr_t mask;
    uintptr_t max_hash_displacement;
};

/// Adds an (object, weak pointer) pair to the weak table.
id weak_register_no_lock(weak_table_t *weak_table, id referent,
                         id *referrer, bool crashIfDeallocating);

/// Removes an (object, weak pointer) pair from the weak table.
void weak_unregister_no_lock(weak_table_t *weak_table, id referent, id *referrer);

/// Called on object destruction. Sets all remaining weak pointers to nil.
void weak_clear_no_lock(weak_table_t *weak_table, id referent);

```

通过OC对象的地址可以获取该对象对应的SideTable表

```

// 在storeWeak函数中完成
SideTable *newTable = &SideTables()[newObj];

```

SideTables()返回**SideTablesMap**, 它是一个全局的hash表, 以对象的内存地址作为key, 获取对应的SideTable

使用hash表来管理对象的引用计数表及weak表是出于以下考虑:

1. 内存中的对象个数是巨大的, 如果用一个SideTable来管理, 会导致频繁的内存分配及回收, hash冲突的概率会提高, 导致对象插入及查找操作的效率下降, 多线程环境下, 对表频繁的加锁和解锁会极大的影响性能
2. SideTablesMap是一个全局hash表, 当通过对象的内存地址的操作来进行hash计算后, 内存中的对象会比较均匀的分布到SideTablesMap中的各个hash表中
3. SideTable结构中, 有一个自旋锁, 当通过对象的内存地址获取到相应的SideTable实例后, 在对SideTable实例进行实际数据操作前会进行加锁, 操作完毕后解锁; 由于不需要对全局的hash表加解锁, 保证了效率; 仅仅对对象所在的sideTable实例加解锁, 保证了数据的安全读写, 这里用到了分离锁策略

将对象的内存地址及weak变量保存在weak_entry_t中

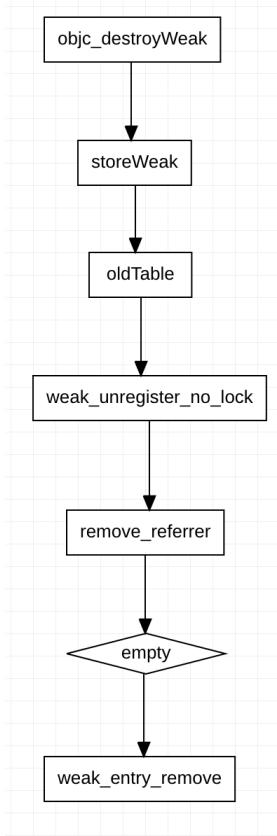
```
struct weak_entry_t {
    DisguisedPtr<objc_object> referent;
    union {
        struct {
            weak_referrer_t *referrers;
            uintptr_t          out_of_line_ness : 2;
            uintptr_t          num_refs : PTR_MINUS_2;
            uintptr_t          mask;
            uintptr_t          max_hash_displacement;
        };
        struct {
            // out_of_line_ness field is low bits of inline_referrers[1]
            weak_referrer_t  inline_referrers[WEAK_INLINE_COUNT];
        };
    };
};

weak_entry_t(objc_object *newReferent, objc_object **newReferrer)
    : referent(newReferent)
{
    inline_referrers[0] = newReferrer;
    for (int i = 1; i < WEAK_INLINE_COUNT; i++) {
        inline_referrers[i] = nil;
    }
}
};
```

通过OC对象的地址获取该对象在weak表中的weak_entry_t

```
// 在weak_register_no_lock函数中完成
weak_entry_t *entry;
if ((entry = weak_entry_for_referent(weak_table, referent))) {
    append_referrer(entry, referrer);
}
else {
    weak_entry_t new_entry(referent, referrer);
    weak_grow_maybe(weak_table);
    weak_entry_insert(weak_table, &new_entry);
}
```

当对象销毁时，与之相关的所以weak变量被置空



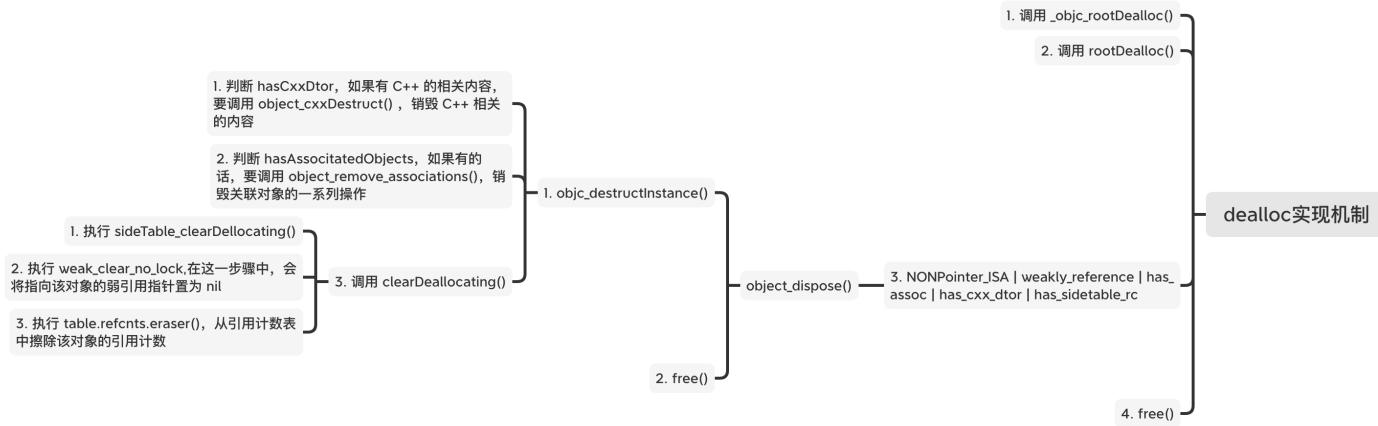
weak变量置空

```
void  
weak_unregister_no_lock(weak_table_t *weak_table, id referent_id, id *referrer_id)  
// 1. 调用weak_entry_for_referent获取对应的entry  
// 2. 调用remove_referrer(entry, referrer) 将weak变量置空
```

置空OC对象关联的所有weak变量

```
// 将所有相关的weak变量置空  
void  
weak_clear_no_lock(weak_table_t *weak_table, id referent_id)  
// 调用weak_entry_for_referent查询referent_id对应的entry  
// 循环将entry中referrers的各元素置空
```

dealloc的底层实现



autoreleasepool的底层实现

所有加入到自动释放池中的对象，都被保存在**AutoreleasePoolPage**中，它是一个由**AutoreleasePoolPage**组成的双向链表结构

AutoreleasePoolPage数据结构

```

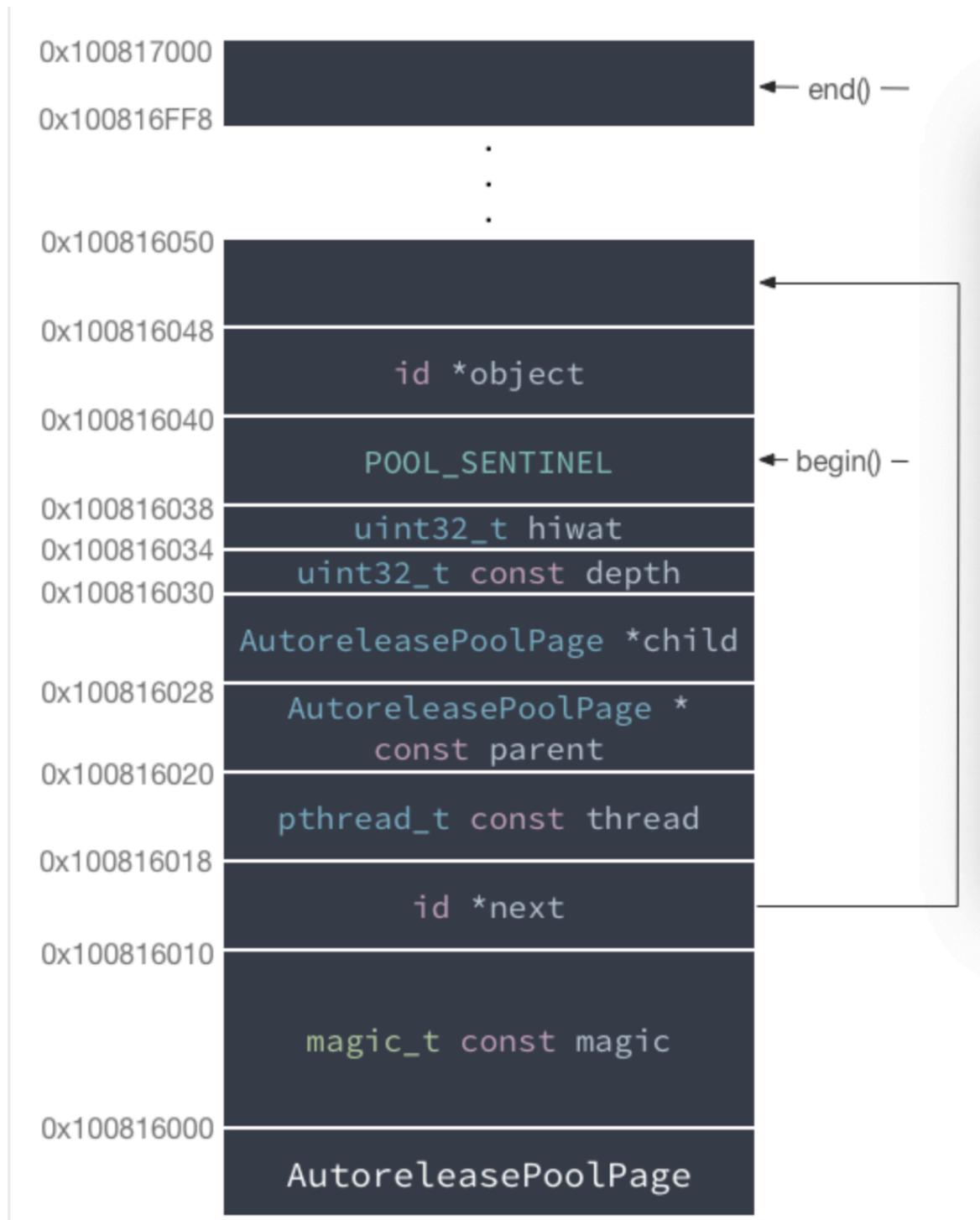
class AutoreleasePoolPage {
    magic_t const magic;
    id *next;
    pthread_t const thread;
    AutoreleasePoolPage * const parent;
    AutoreleasePoolPage *child;
    uint32_t const depth;
    uint32_t hiwat;
};

```

自动释放池内存布局



AutoreleasePoolPage内存布局



next指针

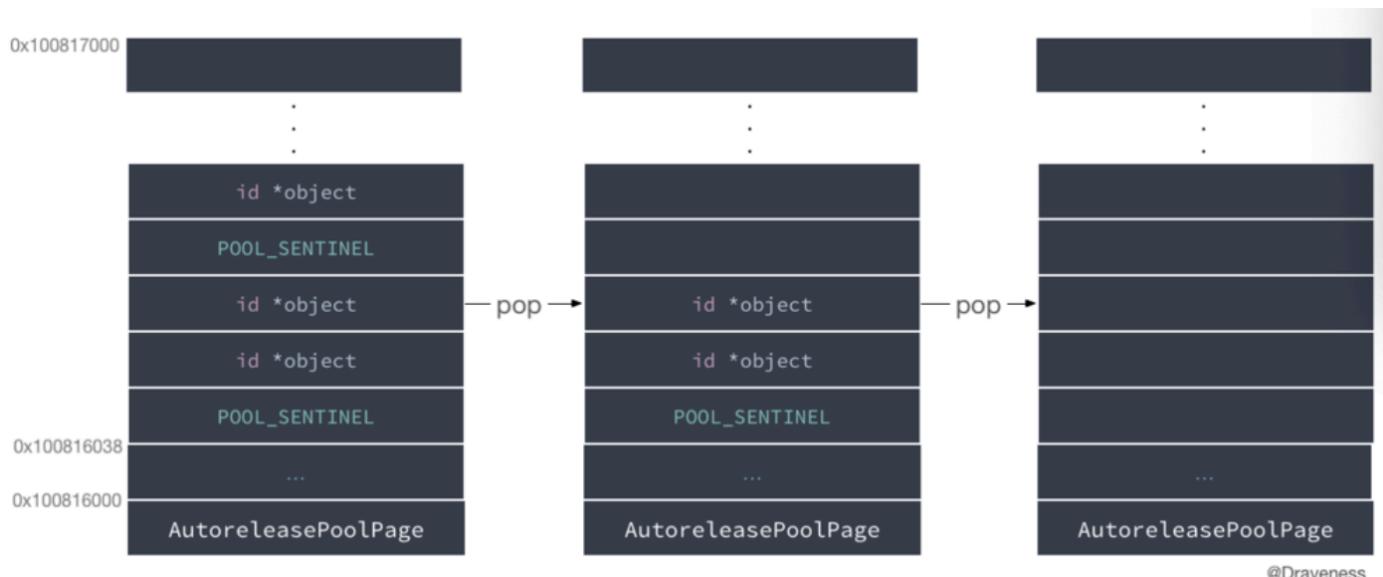
指向`AutoreleasePoolPage`对象中，下一个添加到自动释放池对象所要存放的地址。类似于栈顶指针

objc_autoreleasePoolPush 方法



objc_autoreleasePoolPop 方法

1. 使用 pageForPointer 获取当前 token 所在的 AutoreleasePoolPage
2. 调用 releaseUntil 方法释放栈中的对象，直到 stop
3. 调用 child 的 kill 方法



消息机制

消息发送机制

1. 查找当前类中的缓存，使用 `cache_getImp` 汇编程序入口。如果命中缓存获取到了 IMP，则直接跳到第 6 步；否则执行下一步。

```
// IMP lookUpImpOrForward(id inst, SEL sel, Class cls, int behavior)
if (fastpath(behavior & LOOKUP_CACHE)) {
    imp = cache_getImp(cls, sel);
    // 命中缓存
    if (imp) goto done_nolock;
}
```

2. 在当前类中的方法列表（method list）中进行查找，也就是根据 selector 查找到 Method 后，获取 Method 中的 IMP（也就是 `method_imp` 属性），并填充到缓存中。查找过程比较复杂，会针对已经排序的列表使用二分法查找，未排序的列表则是线性遍历。如果成功查找到 Method 对象，就直接跳到第 6 步；否则执行下一步。

```
// 在类的方法列表中找，找到后保存在缓存中
Method meth = getMethodNoSuper_nolock(curClass, sel);
if (meth) {
    imp = meth->imp;
    goto done;
}
```

3. 在继承层级中递归向父类中查找，情况跟上一步类似，也是先查找缓存，缓存没中就查找方法列表。这里跟上一步不同的地方在于缓存策略，有个 `_objc_msgForward_impcache` 汇编程序入口作为缓存中消息转发的标记。也就是说如果在缓存中找到了 IMP，但如果发现其内容是 `_objc_msgForward_impcache`，那就终止在类的继承层级中递归查找，进入下一步；否则跳到第 6 步。

```
// 在类及其父类的方法列表中都找不到，方法解析也未能找到其另外的实现，则开始消息转发逻辑
if (slowpath((curClass = curClass->superclass) == nil)) {
    // No implementation found, and method resolver didn't help.
    // Use forwarding.
    imp = forward_imp;
    break;
}

// Superclass cache.
imp = cache_getImp(curClass, sel);
if (fastpath(imp)) {
    // Found the method in a superclass. Cache it in this class.
    goto done;
}
```

4. 当传入 `lookUpImpOrForward` 的参数 `resolver` 为 `YES` 并且是第一次进入第 4 步时，时进入动态方法解析；否则进入下一步。这步消息转发前的最后一次机会。

```
// 进行方法解析
if (slowpath(behavior & LOOKUP_RESOLVER)) {
    behavior ^= LOOKUP_RESOLVER;
    return resolveMethod_locked(inst, sel, cls, behavior);
}
```

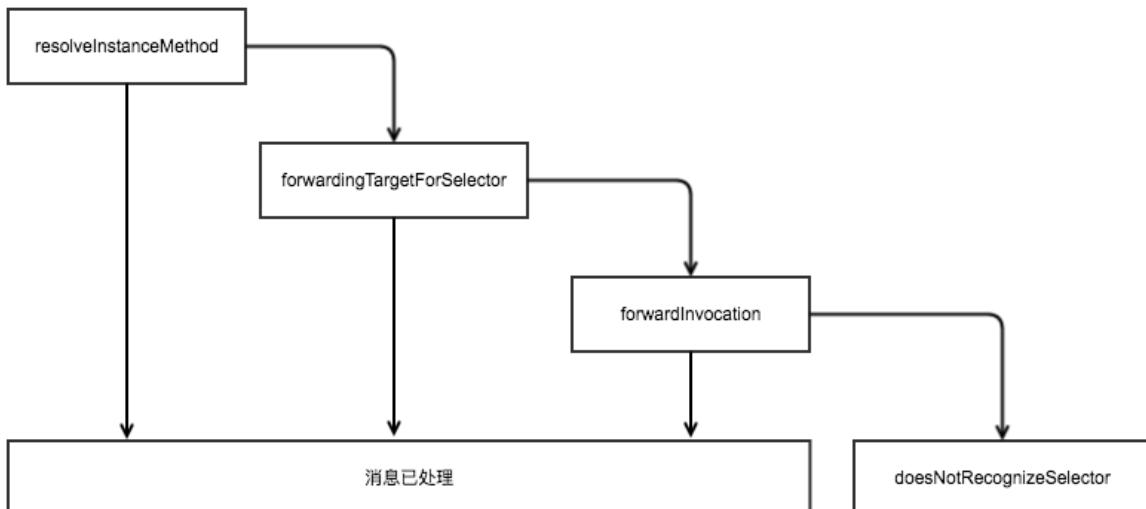
5. 此时不仅没查找到 IMP，动态方法解析也不奏效，只能将 `_objc_msgForward_impcache` 当做 IMP 并写入缓存。这也就是之前第 3 步中为何查找到 `_objc_msgForward_impcache` 就表明了要进入消息转发了。

```
const IMP forward_imp = (IMP)_objc_msgForward_impcache;
```

6. 读操作解锁，并将之前找到的 IMP 返回。

```
done_nolock:  
    if (slowpath((behavior & LOOKUP_NIL) && imp == forward_imp)) {  
        return nil;  
    }  
    return imp;
```

消息转发机制



动态方法解析

在该阶段中，我们可以动态的为类添加一个方法，从而让动态添加的方法来处理之前未能处理的消息，具体是在下面的方法中动态添加方法同时返回 YES，那么系统就会重给对象发送刚才的消息来执行

```
#import <Foundation/Foundation.h>  
#import <objc/runtime.h>  
  
void test1test1(id self, SEL _cmd) {  
    NSLog(@"test1test1 %@", NSStringFromSelector(_cmd), self);  
}  
  
@interface BMPerson : NSObject  
- (void)test1;  
@end
```

```

@implementation BMPerson
+ (BOOL)resolveInstanceMethod:(SEL)sel {
    NSLog(@"%@", NSStringFromSelector(sel));
    class_addMethod(BMPerson.class, NSSelectorFromString(@"test1"), (IMP) test1test1,
NULL);
    return YES;
}
@end

int main(int argc, const char * argv[ ]) {
    BMPerson *peron = BMPerson.new;
    [peron test1];
    return 0;
}

```

转发

这个阶段系统是要求我们给他返回一个可以正常响应此消息的对象，系统就会把刚才的消息转发给开发者返回的对象，让新的对象去响应此消息

```

#import <Foundation/Foundation.h>

@interface BMGood : NSObject
@end
@implementation BMGood
- (void)test1 {
    NSLog(@"BMGood test1");
}
@end

@interface BMPerson : NSObject
- (void)test1;
@end
@implementation BMPerson
- (id)forwardingTargetForSelector:(SEL)aSelector {
    return BMGood.new;
}
@end

int main(int argc, const char * argv[ ]) {
    BMPerson *peron = BMPerson.new;
    [peron test1];
    return 0;
}

```

自由派发

这个阶段是最后一次机会，也是最强大的一步，因为在这里我们可以任意的转发给其他对象，而且可以转发给多个其他对象

```
#import <Foundation/Foundation.h>

@interface BMGood : NSObject
@end

@implementation BMGood
- (void)test1BMGood {
    NSLog(@"BMGood test1BMGood");
}
@end

@interface BMPerson : NSObject
- (void)test1;
@end

@implementation BMPerson
- (NSMethodSignature *)methodSignatureForSelector:(SEL)aSelector {
    NSLog(@"%@", NSStringFromSelector(aSelector));
    SEL selector = @selector(test1BMGood);
    // 创建NSMethodSignature
    BMGood *target = BMGood.new;
    NSMethodSignature *signature = [target methodSignatureForSelector:selector];
    // 创建NSInvocation
    NSInvocation *invocation = [NSInvocation invocationWithMethodSignature:signature];
    // 设置target
    invocation.target = target;
    // 设置SEL
    invocation.selector = selector;
    // 开始调用
    [invocation invoke];
    return signature;
}
- (void)forwardInvocation:(NSInvocation *)anInvocation {
    NSLog(@"%@", anInvocation);
}
@end

int main(int argc, const char * argv[ ]) {
    BMPerson *peron = BMPerson.new;
    [peron test1];
    return 0;
}
```

崩溃阶段

如果在上面的3步都没挽救，那么系统会调用 `doesNotRecognizeSelector` 方法来输出崩溃的日志信息

在block外定义weakSelf引用self，在block内定义strongSelf引用weakSelf原因

- 在block外定义weakSelf引用self

block会强引用被捕获的对象，为了避免循环引用，所以用weakSelf引用self

- 在block内定义strongSelf引用weakSelf

block被异步执行时，self可能已经被释放掉，weakSelf则被置空，为了避免block执行时因self被释放导致block执行逻辑异常，所以用strongSelf引用weakSelf

block的底层实现

截获自动变量值

Block语法表达式中使用的自动变量被作为成员变量追加到了`_main_block_impl_0`结构中

- block的数据结构

```
int main()
{
    int dmy = 256;
    int val = 10;
    const char *fmt = "val = %d\n";
    void (*blk)(void) = ^{
        printf(fmt, val);
    };
}

// block 结构
struct __block_impl {
    void *isa;
    int Flags;
    int Reserved;
    void *FuncPtr;
}

static struct __main_block_desc_0 {
    unsigned long reserved;
    unsigned long Block_size;
} __main_block_desc_0_DATA = {
    0,
    sizeof(struct __main_block_impl)
};
```

```

struct __main_block_impl_0 {
    struct __block_impl impl;
    struct __main_block_desc_0 *Desc;
    const char *fmt;
    int val;

    __main_block_impl_0(void *fp, struct __main_block_desc_0 *desc, const char
*_fmt, int _val, int flag=0) : fmt(_fmt), val(_val) {
        impl.isa = &_NSConcreteStackBlock;
        impl.Flags = flags;
        impl.FuncPtr = fp;
        Desc = desc;
    }

    }

static void __main_block_func_0(struct __main_block_impl_0 *__cself) {
    const char *fmt = __cself->fmt;
    int val = __cself->val;
    printf(fmt, val);
}

```

__block说明符

```

struct __Block_byref_val_0 {
    void *_isa;
    __Block_byref_val_0 *__forwarding;
    int __flags;
    int __size;
    int val;
};

struct __main_block_impl_0 {
    struct __block_impl impl;
    struct __main_block_desc_0 *Desc;
    __Block_byref_val_0 *val;
};

```

```
__main_block_impl_0(void *fp, struct __main_block_desc_0 *desc,
_Block_byref_val_0 *_val, int flag = 0) : val(_val->_forwarding) {
    impl.isa = &_NSConcreteStackBlock;
    impl.Flags = flags;
    impl.FuncPtr = fp;
    Desc = desc;
}
};

static struct __main_block_desc_0 {
    unsigned long reserved;
    unsigned long Block_size;
    void (*copy)(struct __main_block_impl_0 *, struct __main_block_impl_0 *);
    void (*dispose)(struct __main_block_impl_0 *);

} __main_block_desc_0_DATA = {
    0,
    sizeof(struct __main_block_impl_0),
    __main_block_copy_0,
    __main_block_dispose_0
}

static void __main_block_func_0(struct __main_block_impl_0 *__cself) {
    __Block_byref_val_0 *val = __cself->val;
    (val->_forwarding->val) = 1;
}

static void __main_block_copy_0(struct __main_block_impl_0 *dst, struct __main_block_impl_0 *src) {
    __Block_object_assign(&dst->val, src->val, BLOCK_FIELD_IS_BEREF);
}

static void __main_block_dispose_0(struct __main_block_impl_0 *src) {
    __Block_object_dispose(src->val, BLOCK_FIELD_IS_BYREF);
}

int main() {
    __Block_byref_val_0 val = {
        0,
        &val,
        0,
        sizeof( Block bvref val 0 ).
```

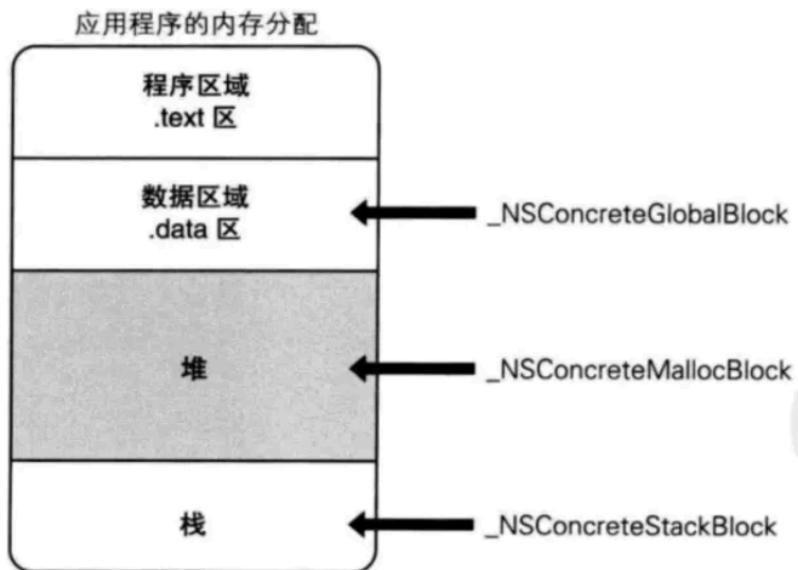
```

10
};

blk = &__main_block_impl_0(__main_block_func_0, &__main_block_desc_0_DATA,
&val, 0x22000000);
}

```

存储域



- 栈

isa = _NSConcreteStackBlock

- 程序的数据区域(.data区)

isa = _NSConcreteGlobalBlock

1. 记述全局变量的地方有Block语法时
2. Block语法的表达式中不使用应截获的自动变量时

- 堆

isa = _NSConcreteMallocBlock

Block和__block变量从栈复制到堆上时

Block超出变量作用域可存在的原因

1. 大多数情况下，编译器会自动的生成复制Block到堆上的代码，如Block作为函数的返回值
2. 向方法或函数的参数中传递Block

上的Block复制到堆上的时机

调用Block的copy方法

Block作为函数返回值时

将Block赋值给附有`__strong`修饰符`id`类型的类或Block类型成员变量时

在方法中含有`usingBlock`的cocoa框架方法或GCD的API中传递Block时

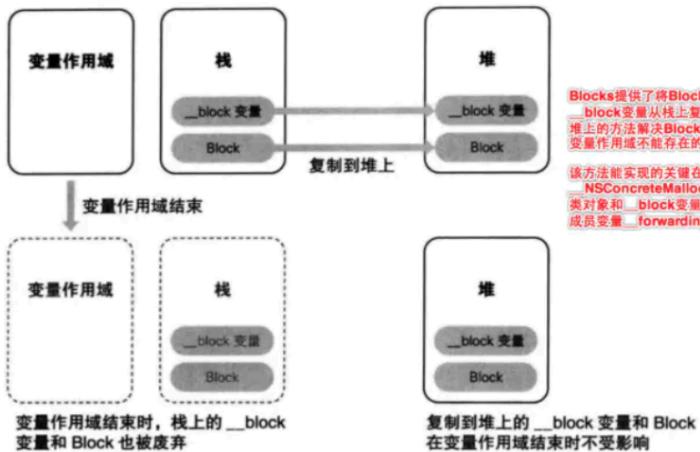
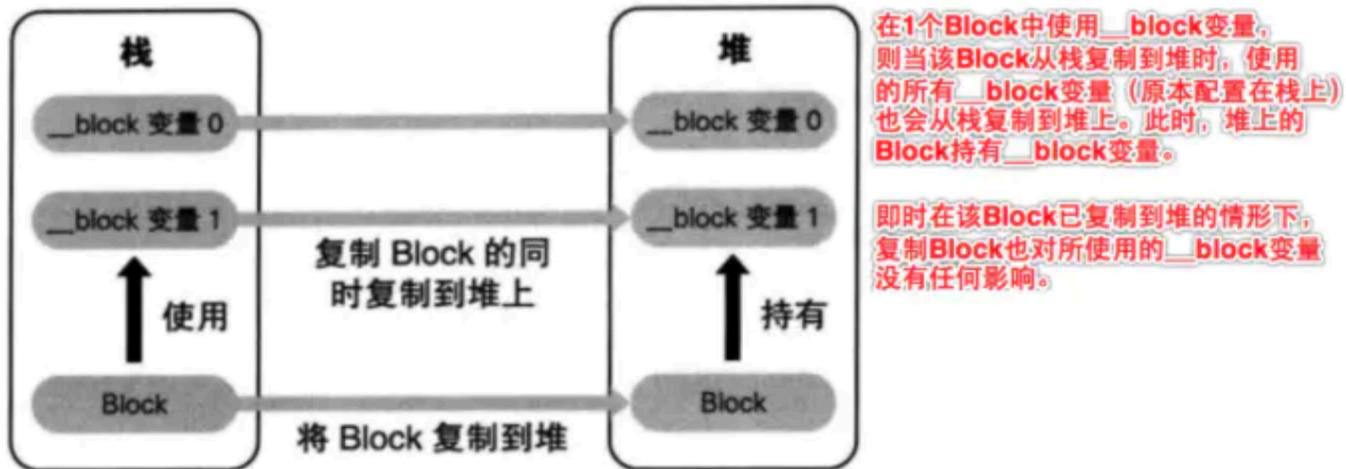


图 2-8 从栈复制到堆上的 Block 与 __block 变量

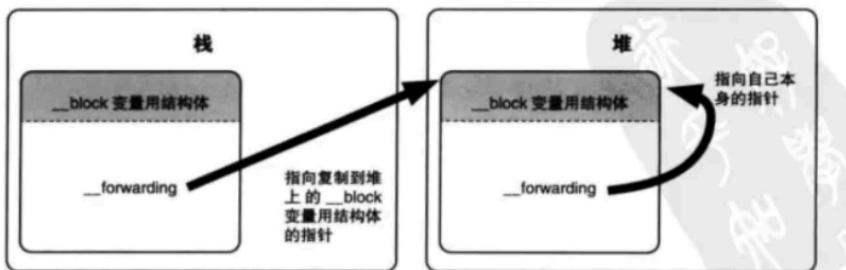


__block变量结构体成员变量__forwarding存在的原因

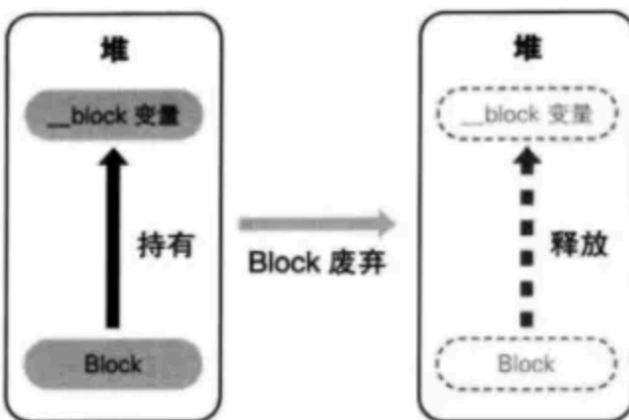
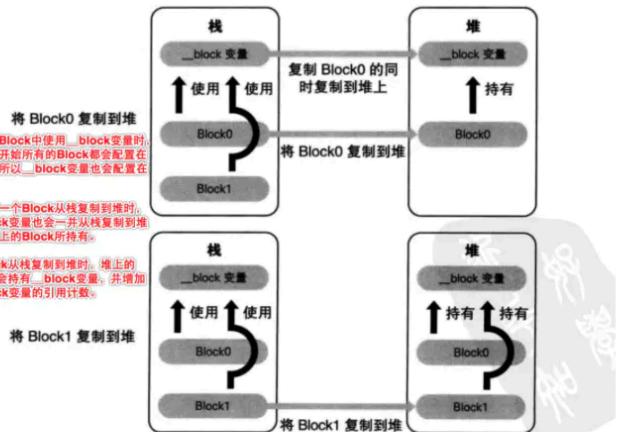
`forwarding`可以实现，无论是在Block语法中，Block语法外使用`block`变量，还是`__block`变量配置在栈上或堆上，都可以顺利访问同一个`__block`变量



↓ 复制到堆之后

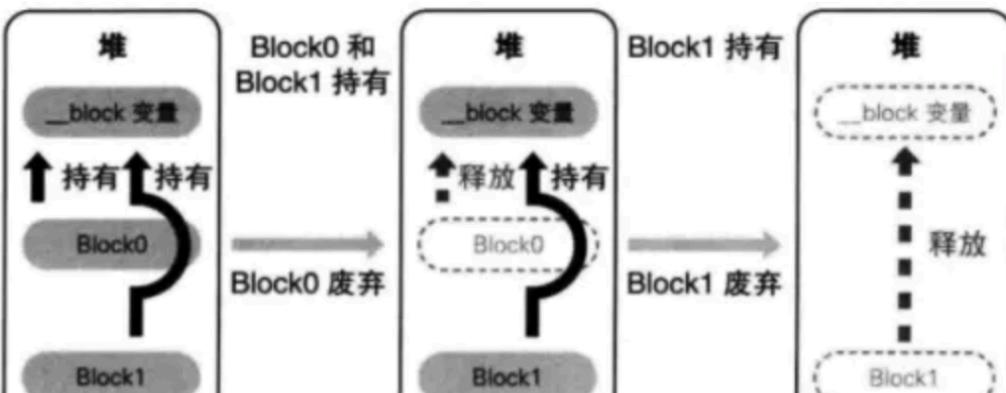


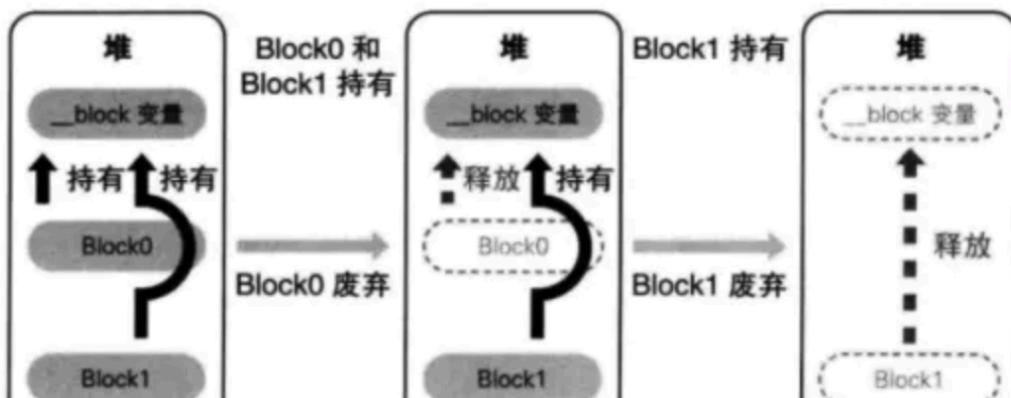
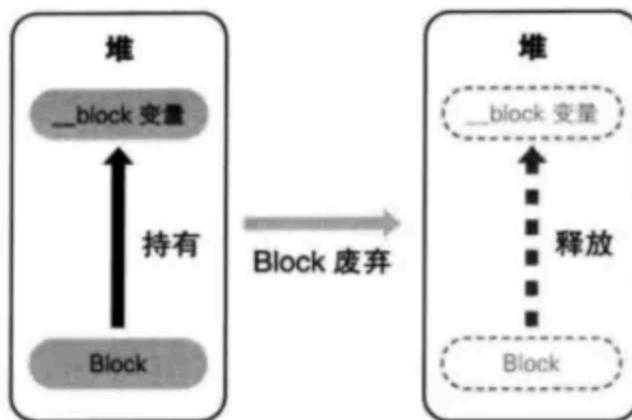
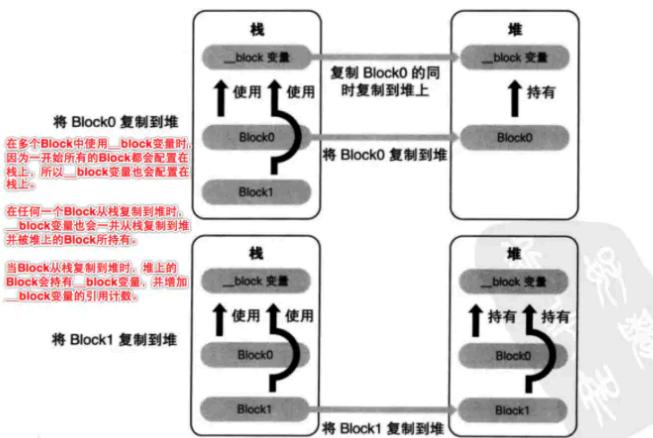
↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓



如果配置在堆上的Block被废弃,那么它所持有的`_block`变量也会被释放。

当`_block`变量的引用计数为0时,就会被废弃。





KVO底层实现

当观察一个对象时，一个新的类会动态被创建。这个类继承自该对象的原本的类，并重写了被观察属性的 `setter` 方法。重写的 `setter` 方法会负责在调用原 `setter` 方法之前和之后，通知所有观察对象值的更改。最后把这个对象的 `isa` 指针（`isa` 指针告诉 Runtime 系统这个对象的类是什么）指向这个新创建的子类，对象就神奇的变成了新创建的子类的实例

- 检查对象的类有没有相应的 `setter` 方法，如果没有抛出异常

通过 `setterForGetter()` 方法获得相应的 `setter` 的名字 (SEL)。也就是把 `key` 的首字母大写，然后前面加上 `set` 后面加上 `:`，这样 `key` 就变成了 `setKey:`。然后再用 `class_getInstanceMethod` 去获得 `setKey:` 的实现 (Method)。如果没有，自然要抛出异常

- 检查对象 `isa` 指向的类是不是一个 KVO 类，如果不是，新建一个继承原来类的子类，并把 `isa` 指向这个新建的子类

看类名有没有我们定义的前缀。如果没有，我们就去创建新的子类，并通过 `object_setClass()` 修改 `isa` 指针。动态创建新的类需要用 `objc/runtime.h` 中定义的 `objc_allocateClassPair()` 函数。传一个父类，类名，然后额外的空间（通常为 0），它返回给你一个类。然后就给这个类添加方法，也可以添加变量。这里，我们只重写了 `class` 方法。最后 `objc_registerClassPair()` 告诉 Runtime 这个类的存在

- 检查对象的 KVO 类重写过没有这个 `setter` 方法，如果没有，添加重写的 `setter` 方法

重写 `setter` 方法。新的 `setter` 在调用原 `setter` 方法后，通知每个观察者

- 添加这个观察者

把这个观察的相关信息存在 `associatedObject` 里

KVC底层实现

在 `KVC` 的实现中，依赖 `setter` 和 `getter` 的方法实现，所以方法命名应该符合苹果要求的规范，否则会导致 `KVC` 失败

- 基础 Getter 搜索模式

这是 `valueForKey:` 的默认实现，给定一个 `key` 当做输入参数

- 基础 Setter 搜索模式

这是 `setValue:forKey:` 的默认实现，给定输入参数 `value` 和 `key`

runloop原理

[runloop](#)

runloop对象

- `NSRunLoop` (提供了面向对象的 API，但是这些 API 不是线程安全的)
- `CFRunLoopRef` (提供了纯 C 函数的 API，所有这些 API 都是线程安全的)

与线程的关系

苹果不允许直接创建 RunLoop，它只提供了两个自动获取的函数：`CFRunLoopGetMain()` 和 `CFRunLoopGetCurrent()`，线程和 RunLoop 之间是一一对应的，其关系是保存在一个全局的 Dictionary 里。线程刚创建时并没有 RunLoop，如果你不主动获取，那它一直都不会有。RunLoop 的创建是发生在第一次获取时，RunLoop 的销毁是发生在线程结束时。

```
/// 全局的Dictionary, key 是 pthread_t, value 是 CFRunLoopRef
static CFMutableDictionaryRef loopsDic;
/// 访问 loopsDic 时的锁
static CFSpinLock_t loopsLock;

/// 获取一个 pthread 对应的 RunLoop。
CFRunLoopRef _CFRunLoopGet(pthread_t thread) {
    OSSpinLockLock(&loopsLock);

    if (!loopsDic) {
        // 第一次进入时, 初始化全局Dic, 并先为主线程创建一个 RunLoop。
        loopsDic = CFDictionaryCreateMutable();
        CFRunLoopRef mainLoop = _CFRunLoopCreate();
        CFDictionarySetValue(loopsDic, pthread_main_thread_np(), mainLoop);
    }

    /// 直接从 Dictionary 里获取。
    CFRunLoopRef loop = CFDictionaryGetValue(loopsDic, thread));

    if (!loop) {
        // 取不到时, 创建一个
        loop = _CFRunLoopCreate();
        CFDictionarySetValue(loopsDic, thread, loop);
        // 注册一个回调, 当线程销毁时, 顺便也销毁其对应的 RunLoop。
        _CFSetTSD(..., thread, loop, __CFFinalizeRunLoop);
    }

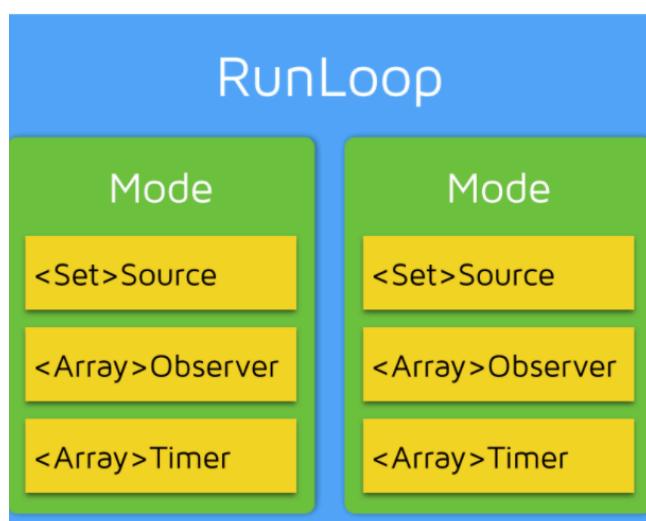
    OSSpinLockUnLock(&loopsLock);
    return loop;
}

CFRunLoopRef CFRunLoopGetMain() {
    return _CFRunLoopGet(pthread_main_thread_np());
}

CFRunLoopRef CFRunLoopGetCurrent() {
    return _CFRunLoopGet(pthread_self());
```

对外接口

- CFRunLoopSourceRef
 - Source0
只包含了一个回调（函数指针），它并不能主动触发事件。使用时，你需要先调用 CFRunLoopSourceSignal(source)，将这个 Source 标记为待处理，然后手动调用 CFRunLoopWakeUp(runloop) 来唤醒 RunLoop，让其处理这个事件。
 - Source1
包含了一个 mach_port 和一个回调（函数指针），被用于通过内核和其他线程相互发送消息。这种 Source 能主动唤醒 RunLoop 的线程
- CFRunLoopTimerRef
是基于时间的触发器
- CFRunLoopObserverRef
是观察者，每个 Observer 都包含了一个回调（函数指针），当 RunLoop 的状态发生变化时，观察者就能通过回调接受到这个变化
- Mode



一个 RunLoop 包含若干个 Mode，每个 Mode 又包含若干个 Source/Timer/Observer。每次调用 RunLoop 的主函数时，只能指定其中一个 Mode，这个 Mode 被称作 CurrentMode。如果需要切换 Mode，只能退出 Loop，再重新指定一个 Mode 进入

```
// CFRUNLOOPMode 和 CFRUNLOOP 的结构大致如下:  
struct __CFRunLoopMode {  
    CFStringRef _name;           // Mode Name, 例如 @"kCFRunLoopDefaultMode"  
    CFMutableSetRef _sources0;   // Set  
    CFMutableSetRef _sources1;   // Set  
    CFMutableArrayRef _observers; // Array  
    CFMutableArrayRef _timers;   // Array  
    ...  
};  
  
struct __CFRunLoop {
```

```

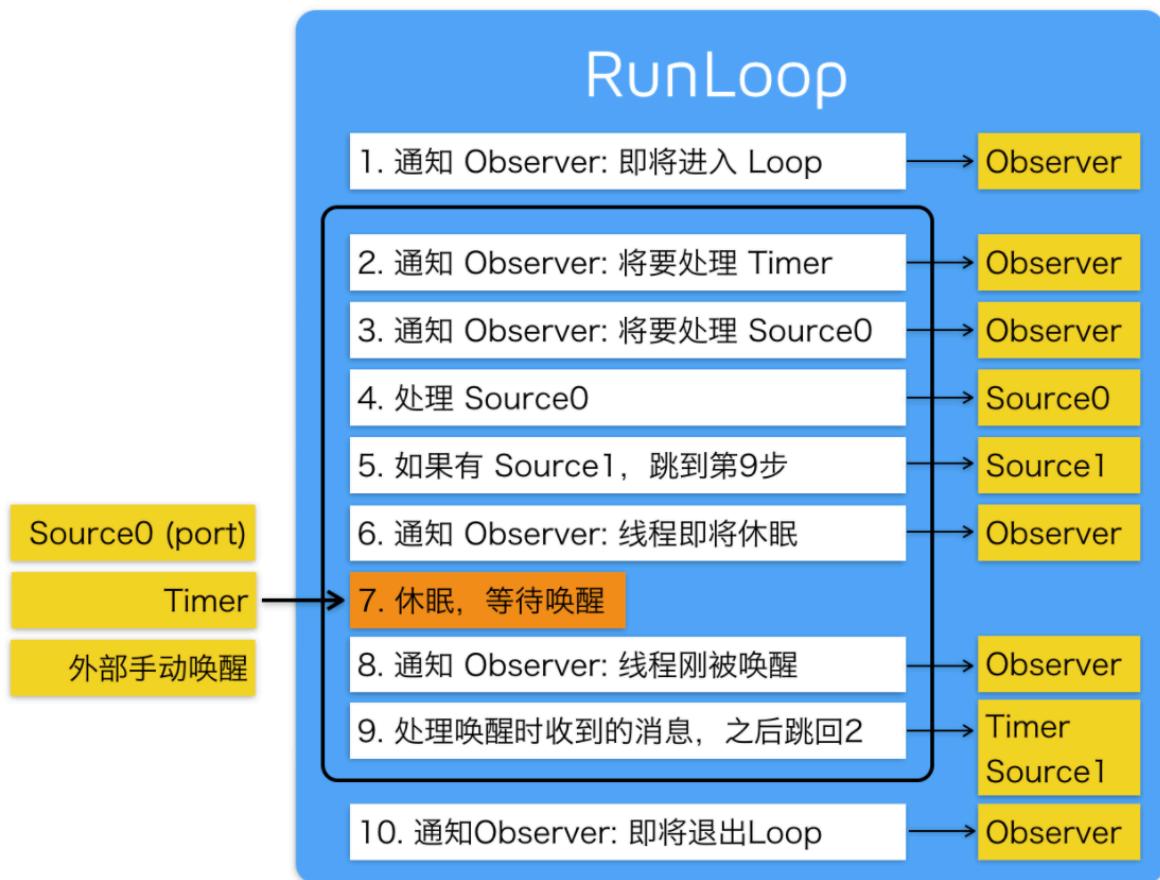
CFMutableSetRef _commonModes;           // Set
CFMutableSetRef _commonModeItems;       // Set<Source/Observer/Timer>
CFRunLoopModeRef _currentMode;         // Current Runloop Mode
CFMutableSetRef _modes;                // Set
...
};

}

```

CommonModes: 一个 *Mode* 可以将自己标记为“Common”属性, 当 *RunLoop* 的内容发生变化时, *RunLoop* 都会自动将 *_commonModeItems* 里的 *Source/Observer/Timer* 同步到具有“Common”标记的所有 *Mode* 里

内部逻辑



应用

- AutoreleasePool

App启动后, 苹果在主线程 *RunLoop* 里注册了两个 *Observer*, 其回调都是 *wrapRunLoopWithAutoreleasePoolHandler()*。第一个 *Observer* 监视的事件是 *Entry*(即将进入Loop), 其回调内会调用 *_objc_autoreleasePoolPush()* 创建自动释放池; 第二个 *Observer* 监视了两个事件: *BeforeWaiting*(准备进入休眠) 时调用 *objc_autoreleasePoolPop()* 和 *_objc_autoreleasePoolPush()* 释放旧的池并创建新池; *Exit*(即将退出Loop) 时调用 *_objc_autoreleasePoolPop()* 来释放自动释放池。

- 事件响应

苹果注册了一个 Source1 (基于 mach port 的) 用来接收系统事件，其回调函数为 `_IOHIDEEventSystemClientQueueCallback()`。当一个硬件事件(触摸/锁屏/摇晃等)发生后，首先由 `IOKit.framework` 生成一个 `IOHIDEEvent` 事件并由 `SpringBoard` 接收，随后用 `mach port` 转发给需要的 App 进程，随后苹果注册的那个 Source1 就会触发回调，并调用 `_UIApplicationHandleEventQueue()` 进行应用内部的分发，`UIApplicationHandleEventQueue()` 会把 `IOHIDEEvent` 处理并包装成 `UIEvent` 进行处理或分发，其中包括识别 `UIGesture`/处理屏幕旋转/发送给 `UIWindow` 等

- 手势识别

`_UIApplicationHandleEventQueue()` 识别了一个手势时，其首先会调用 `Cancel` 将当前的 `touchesBegin/Move/End` 系列回调打断。随后系统将对应的 `UIGestureRecognizer` 标记为待处理，苹果注册了一个 `Observer` 监测 `BeforeWaiting (Loop即将进入休眠)` 事件，这个 `Observer` 的回调函数是 `_UIGestureRecognizerUpdateObserver()`，其内部会获取所有刚被标记为待处理的 `GestureRecognizer`，并执行 `GestureRecognizer` 的回调

- GCD

当调用 `dispatch_async(dispatch_get_main_queue(), block)` 时，`libDispatch` 会向主线程的 `RunLoop` 发送消息，`RunLoop` 会被唤醒，并从消息中取得这个 `block`，并在回调 `CFRUNLOOP_IS_SERVICING_THE_MAIN_DISPATCH_QUEUE()` 里执行这个 `block`。但这个逻辑仅限于 `dispatch` 到主线程

Swift

swift中 closure 与 OC中block的区别?

- 1、closure是匿名函数、block是一个结构体对象
- 2、closure通过逃逸闭包来在内部修改变量，block 通过 `__block` 修饰符

Swift运行时

Swift 运行时

	原始定义	扩展
值类型	直接派发	直接派发
协议	函数表派发	直接派发
类	函数表派发	直接派发
继承自NSObject的类	函数表派发	消息机制派发

- 直接派发

直接派发是最快的，原因是调用指令会少，还可以通过编译器进行比如内联等方式的优化。缺点是由于缺少动态性而不支持继承。

```
struct DragonBallPosition {
    var x:Int
    var y:Int
    func land() {}
}

func dragonWillFound(_ position:DragonBallPosition) {
    position.land()
}

let position = DragonBallPosition(x: 342, y: 213)
dragonWillFound(position)
```

编译后，会直接跳到方法实现的地方，变成position.land()

- 函数表派发

使用数组来存储类声明的每一个函数的指针。如C++里的virtual table(虚函数表)，swift里称之为witness table。每个类都会维护一个函数表，记录类的所有函数。如果父类函数被override的话，表里面只会保存被override之后的函数。一个子类新添加的函数，会被插入到这个数组的最后。运行时会根据这个表去决定实际调用的函数。

```

class ParentClass {
    func method1() {}
    func method2() {}
}
class ChildClass: ParentClass {
    override func method2() {}
    func method3() {}
}

```

Offset	0xA00	ParentClass	0xB00	ChildClass
0	0x121	method1	0x121	method1
1	0x122	method2	0x222	method2
2			0x223	method3

```

let obj = ChildClass()
obj.method2()

```

- 消息机制派发

```

class MuixSwiftClass: UIViewController {
    var boolValue: Bool = false
    var age: Int = 0
    var height: Float = 0
    var name: String?
    var exName: String?

    override func viewDidLoad() {
        super.viewDidLoad()
    }

    override func viewDidAppear(_ animated: Bool) {
        super.viewDidAppear(animated)
    }

    @objc func createSubView(view : UIView) {
        print("MuixSwiftClass.createSubView")
    }
}

class MuixSwiftClass: UIViewController {
    @objc var boolValue: Bool = false
    @objc var age: Int = 0
    @objc var height: Float = 0
    @objc var name: String?
    @objc var exName: String?

    override func viewDidLoad() {
        super.viewDidLoad()
    }

    override func viewDidAppear(_ animated: Bool) {
        super.viewDidAppear(animated)
    }

    @objc func createSubView(view : UIView) {
        print("MuixSwiftClass.createSubView")
    }
}

```

性能优化

卡顿检测

导致卡顿问题的几种原因：

- 复杂 UI、图文混排的绘制量过大；
- 在主线程上做网络同步请求；
- 在主线程做大量的 IO 操作；
- 运算量过大，CPU 持续高占用；
- 死锁和主子线程抢锁

利用RunLoop检测卡顿：

如果 RunLoop 的线程，进入睡眠前方法的执行时间过长而导致无法进入睡眠，或者线程唤醒后接收消息时间过长而无法进入下一步的话，就可以认为是线程受阻了。如果这个线程是主线程的话，表现出来就是出现了卡顿。利用 RunLoop 原理来监控卡顿，要关注这两个阶段，RunLoop 在进入睡眠之前和唤醒后的两个 loop 状态定义的值，分别是 kCFRunLoopBeforeSources 和 kCFRunLoopAfterWaiting，也就是要触发 Source0 回调和接收 mach_port 消

息两个状态；创建观察者 `runLoopObserver` 添加到主线程 `RunLoop` 的 `common` 模式下观察，然后，创建一个持续的子线程专门用来监控主线程的 `RunLoop` 状态，一旦发现进入睡眠前的 `kCFRunLoopBeforeSources` 状态，或者唤醒后的状态 `kCFRunLoopAfterWaiting`，在设置的时间阈值内一直没有变化，即可判定为卡顿

如何检测内存泄漏

- MLeaksFinder
- Instruments中的Leak动态分析

如何调试BAD_ACCESS错误

通过 Zombie

原理

1. 开启Zombie Objects后，`dealloc`将会被hook，被hook后执行`dealloc`，内存并不会真正释放，系统会修改对象的`isa`指针，指向`_NSZombie_`前缀名称的僵尸类，将该对象变为僵尸对象
2. 僵尸类做的事情比较单一，就是响应所有的方法：抛出异常，打印一条包含消息内容及其接收者的消息，然后终止程序
3. Zombie Objects是无法检测内存越界的

设置全局断点快速定位问题代码所在行

Address Sanitizer

作用

1. 内存释放后又被使用
2. 内存重复释放
3. 释放未申请的内存
4. 使用栈内存作为函数返回值
5. 使用了超出作用域的栈内存
6. 内存越界访问

原理

1. 启用Address Sanitizer后，会在APP中增加`libclang_rt.asan_ios_dynamic.dylib`，它将在运行时加载
2. Address Sanitizer替换了`malloc`和`free`的实现。当调用`malloc`函数时，它将分配指定大小的内存A，并将内存A周围的区域标记为“off-limits”
3. 当`free`方法被调用时，内存A也被标记为“off-limits”，同时内存A被添加到隔离队列，这个操作将导致内存A无法再被重新`malloc`使用
4. 当访问到被标记为“off-limits”的内存时，Address Sanitizer就会报告异常

feed流优化

文本宽高的计算、大量文本的绘制、大量图片的解码绘制以及AutoLayout带来的性能影响

- 调整视图结构

通过`identifier`来确定cell的子视图，避免将所有子视图都放到cell中

- 文本渲染

常见的文本控件（`UILabel`、`UITextView`等）、其排版和绘制都是在主线程进行的，当文本数量很大时，CPU压力非常大。对此的解决方案是，自定义文本控件，用`TextKit`或者`CoreText`对文本异步绘制。可以参考`YYTextKit`。

- 图像的绘制

图像的绘制通常是指用那些以 `CG` 开头的方法把图像绘制到画布中，然后从画布创建图片并显示这样一个过程。这个最常见的地方就是 `[UIView drawRect:]` 里面了。由于 `CoreGraphic` 方法通常都是线程安全的，所以图像的绘制可以很容易的放到后台线程进行

- 离屏渲染

`CALayer`的 `border`、圆角、阴影、屏蔽，`CASharpLayer`的矢量图显示，通常会触发离屏渲染。而离屏渲染通常发生在GPU中。开启 `CALayer.shouldRasterize`属性会使视图渲染内容被缓存起来，下次绘制的时候可以直接显示缓存。而最彻底的解决办法是：把需要显示的图型在后台线程绘制为图片，避免使用圆角、阴影屏蔽等属性。

- cell高度缓存

`FDTemplateLayoutCell`缓存了Cell高度避免重复计算

- 引入ASDisplayKit

引入ASDisplayKit异步渲染框架，替换文本控件和图片控件。ASDisplayKit的核心思想是将所有能异步执行的操作如：文本和布局的计算、渲染、图片的解码、绘制等通通从主线程移到子线程。

离屏渲染

如果要在显示屏上显示内容，我们至少需要一块与屏幕像素数据量一样大的`frame buffer`，作为像素数据存储区域，而这也是GPU存储渲染结果的地方。如果有时因为面临一些限制，无法把渲染结果直接写入`frame buffer`，而是先暂存在另外的内存区域，之后再写入`frame buffer`，那么这个过程被称之为离屏渲染

触发离屏渲染：

- 圆角

1. 将一个layer的内容裁剪成圆角，可能不存在一次遍历就能完成的方法
2. 容器的子layer因为父容器有圆角，那么也会需要被裁剪，而这时它们还在渲染队列中排队，尚未被组合到一块画布上，自然也无法统一裁剪

此时我们就不得不开辟一块独立于frame buffer的空白内存，先把容器以及其所有子layer依次画好，然后把四个角“剪”成圆形，再把结果画到frame buffer中

- 设置mask

mask是应用在layer和其所有子layer的组合之上的，而且可能带有透明度，那么其实和group opacity的原理类似，不得不在离屏渲染中完成

- 设置阴影
- opacity

alpha并不是分别应用在每一层之上，而是只有到整个layer树画完之后，再统一加上alpha，最后和底下其他layer的像素进行组合。显然也无法通过一次遍历就得到最终结果

App启动速度优化

App 的启动主要包括三个阶段

1. main() 函数执行前

- 加载可执行文件（App 的.o 文件的集合）
- 加载动态链接库，进行 rebase 指针调整和 bind 符号绑定
- Objc 运行时的初始处理，包括 Objc 相关类的注册、category 注册、selector 唯一性检查等
- 初始化，包括了执行 +load() 方法、attribute((constructor)) 修饰的函数的调用、创建 C++ 静态全局变量

优化：

1. 减少动态库加载。每个库本身都有依赖关系，苹果公司建议使用更少的动态库，并且建议在使用动态库的数量较多时，尽量将多个动态库进行合并
2. 减少加载启动后不会去使用的类或者方法
3. +load() 方法里的内容可以放到首屏渲染完成后再执行，或使用 +initialize() 方法替换掉。因为，在一个 +load() 方法里，进行运行时方法替换操作会带来 4 毫秒的消耗
4. 控制 C++ 全局变量的数量

2. main() 函数执行后

main() 函数执行后的阶段，指的是从 main() 函数执行开始，到 appDelegate 的 didFinishLaunchingWithOptions 方法里首屏渲染相关方法执行完成

- 首屏初始化所需配置文件的读写操作
- 首屏列表大数据的读取

- 首屏渲染的大量计算等

优化：

从功能上梳理出哪些是首屏渲染必要的初始化功能，哪些是 App 启动必要的初始化功能，而哪些是只需要在对应功能开始使用时才需要初始化的。梳理完之后，将这些初始化功能分别放到合适的阶段进行

3. 首屏渲染完成后

这个阶段就是从渲染完成时开始，到 `didFinishLaunchingWithOptions` 方法作用域结束时结束

对 App 启动速度的监控

对 `objc_msgSend` 方法进行 hook 来掌握所有方法的执行耗时

App 包大小优化

图片资源压缩

比较好的压缩方案是，将图片转成 WebP

1. WebP 压缩率高，而且肉眼看不出差异，同时支持有损和无损两种压缩模式。比如，将 Gif 图转为 Animated WebP，有损压缩模式下可减少 64% 大小，无损压缩模式下可减少 19% 大小。
2. WebP 支持 Alpha 透明和 24-bit 颜色数，不会像 PNG8 那样因为色彩不够而出现毛边。

代码瘦身

App 的安装包主要是由资源和可执行文件组成，可执行文件就是 Mach-O 文件，其大小是由代码量决定的。通常情况下，对可执行文件进行瘦身，就是找到并删除无用代码的过程

- 首先，找出方法和类的全集

我们可以通过分析 LinkMap 来获得所有的代码类和方法的信息。获取 LinkMap 可以通过将 Build Setting 里的 Write Link Map File 设置为 Yes，然后指定 Path to Link Map File 的路径就可以得到每次编译后的 LinkMap 文件了

LinkMap 文件分为三部分：

- Object File 包含了代码工程的所有文件
- Section 描述了代码段在生成的 Mach-O 里的偏移位置和大小
- Symbols 会列出每个方法、类、block，以及它们的大小

通过 LinkMap，你不光可以统计出所有的方法和类，还能够清晰地看到代码所占包大小的具体分布，进而有针对性地进行代码优化

- 然后，找到使用过的方法和类

通过 Mach-O 取到使用过的方法和类

ios 的方法都会通过 `objc_msgSend` 来调用。而，`objc_msgSend` 在 Mach-O 文件里是通过 `__objc_selrefs` 这个 section 来获取 selector 这个参数的，所以，`__objc_selrefs` 里的方法一定是被调用了的，`__objc_classrefs` 里是被调用过的类，`__objc_superrefs` 是调用过 super 的类。通过 `__objc_classrefs` 和 `__objc_superrefs`，我们就可以找出使用过的类和子类。

通过MachOView查看Mach-O 文件的 `objc_selrefs`、`objc_classrefs` 和 `__objc_superrefs`

- 接下来，取二者的差集得到无用代码
- 最后，由人工确认无用代码可删除后，进行删除即可

事件处理

事件传递

触摸事件的传递是从父控件传递到子控件，即 `UIApplication->window->` 寻找处理事件最合适的观点

`hitTest:withEvent:` 方法

只要事件一传递给一个控件，这个控件就会调用他自己的 `hitTest:withEvent:` 方法，寻找并返回最合适的观点

`pointInside` 方法

`pointInside:withEvent:` 方法判断点是否在当前 view 上

如何找到最合适控件来处理事件？

1. 首先判断主窗口 (`keyWindow`) 自己是否能接受触摸事件
2. 判断触摸点是否在自己身上
3. 子控件数组中从后往前遍历子控件，重复前面的两个步骤
4. `view`，比如叫做 `fitView`，那么会把这个事件交给这个 `fitView`，再遍历这个 `fitView` 的子控件，直至没有更合适 `view` 为止。

如果没有符合条件的子控件，那么就认为自己最合适处理这个事件，也就是自己是最合适的观点

事件响应

1. 如果当前 `view` 是控制器的 `view`，那么控制器就是上一个响应者，事件就传递给控制器；如果当前 `view` 不是控制器的 `view`，那么父视图就是当前 `view` 的上一个响应者，事件就传递给它的父视图
2. 在视图层次结构的最顶级视图，如果也不能处理收到的事件或消息，则其将事件或消息传递给 `window` 对象进行处理
3. 如果 `window` 对象也不处理，则其将事件或消息传递给 `UIApplication` 对象
4. 如果 `UIApplication` 也不能处理该事件或消息，则将其丢弃

手势识别过程

手势识别操作是在常规视图响应链之外的。首先 UIWindow 会将触碰事件发送到手势识别对象，他们必须指明无法处理该事件，之后该事件才会默认向前传到视图的响应链。

事件发生的顺序：

1. 窗口会将触碰事件发送到手势识别对象
2. 手势识别对象将进入 UIGestureRecognizerStatePossible 状态
3. 对于离散型手势，手势识别对象会判断他是 UIGestureRecognizerStateRecognized 还是 UIGestureRecognizerStateFailed 类型
 - a. 如果是 UIGestureRecognizerStateRecognized，手势识别接收触碰事件并调用指定的委托方法
 - b. 如果是 UIGestureRecognizerStateFailed，手势识别对象将触碰事件返回到响应链
4. 对于连续型手势，手势识别对象会判断他是 UIGestureRecognizerStateBegan 还是 UIGestureRecognizerStateFailed
 - a. 如果是 UIGestureRecognizerStateBegan，手势识别对象会接收触控事件并调用指定的委托方法。之后每当手势发生变化时就将状态更新为 UIGestureRecognizerStateChanged，并始终调用委托方法，直到最后的触碰事件结束，此时状态为 UIGestureRecognizerStateEnded。如果触碰模式不再和期望的手势相匹配，可以将状态改为 UIGestureRecognizerStateCancelled
 - b. 如果是 UIGestureRecognizerStateFailed，手势识别对象将触碰事件返回到响应链

多线程

GCD

- dispatch_set_target_queue

变更生成的Dispatch queue的优先级

```
dispatch_queue_t serialQueue =
dispatch_queue_create("com.gcd.setTargetQueue.serialQueue", NULL);
//获取优先级为后台优先级的全局队列
dispatch_queue_t globalDefaultQueue =
dispatch_get_global_queue(DISPATCH_QUEUE_PRIORITY_BACKGROUND, 0);
//变更优先级
dispatch_set_target_queue(serialQueue, globalDefaultQueue);
```

- dispatch_barrier_async

dispatch_barrier_async函数会等待追加到并行队列上的任务全部执行完后再将指定的任务追加到该并行队列中

```

dispatch_queue_t queue =
dispatch_get_global_queue(DISPATCH_QUEUE_PRIORITY_BACKGROUND, 0);

dispatch_async(queue, blk0_for_reading)
dispatch_async(queue, blk1_for_reading)
dispatch_async(queue, blk2_for_reading)
dispatch_barrier_async(queue, blk_for_writing);
dispatch_async(queue, blk3_for_reading)
dispatch_async(queue, blk4_for_reading)
dispatch_async(queue, blk5_for_reading)

```

- dispatch_suspend / dispatch_resume
- Dispatch I/O 一次使用多个线程并行读取文件
- Dispatch Source (通过内核函数获取时间, 不会受runloop轮询的影响, 时间更加准确)

```

dispatch_source_t timer = dispatch_source_create(DISPATCH_SOURCE_TYPE_TIMER, 0, 0,
queue);
    dispatch_source_set_timer(timer, DISPATCH_TIME_NOW, timeInterval *
NSEC_PER_SEC, start * NSEC_PER_SEC);
    dispatch_source_set_event_handler(timer, ^{
        task();
        if (!repeat) {
            [self cancelTask:timerKey];
        }
    });
    dispatch_resume(timer);

```

锁

- 自旋锁

OSSpinLock 不再安全, 主要原因发生在低优先级线程拿到锁时, 高优先级线程进入忙等(busy-wait)状态, 消耗大量 CPU 时间, 从而导致低优先级线程拿不到 CPU 时间, 也就无法完成任务并释放锁。这种问题被称为优先级反转。

- 互斥锁
 - NSLock
 - pthread_mutex
 - @synchronized
- 读写锁

```
用于解决多线程对公共资源读写问题，读操作可并发重入，写操作是互斥的  
//加读锁  
pthread_rwlock_rdlock(&rwlock);  
//解锁  
pthread_rwlock_unlock(&rwlock);  
//加写锁  
pthread_rwlock_wrlock(&rwlock);  
//解锁  
pthread_rwlock_unlock(&rwlock);
```

- 递归锁

同一个线程可以加锁N次而不会引发死锁

- 条件锁
- 信号量

组件化

组件分类

- 基础组件

ZXBaseKit

1. 被所有业务组件直接依赖
2. 提供网络，数据存储，音视频处理，主题管理等

- 业务组件

1. 每个业务组件都通过Target-Action层暴露服务接口
2. 业务组件间通过业务接口组件来通信

- 业务接口组件

1. 每个业务组件都有一个与之对应的业务接口组件，提供接口调用服务
2. 一个业务组件必须依赖另一个业务组件的业务接口组件来实现组件间的通信
3. 所有业务接口组件都依赖中间件CTMediator

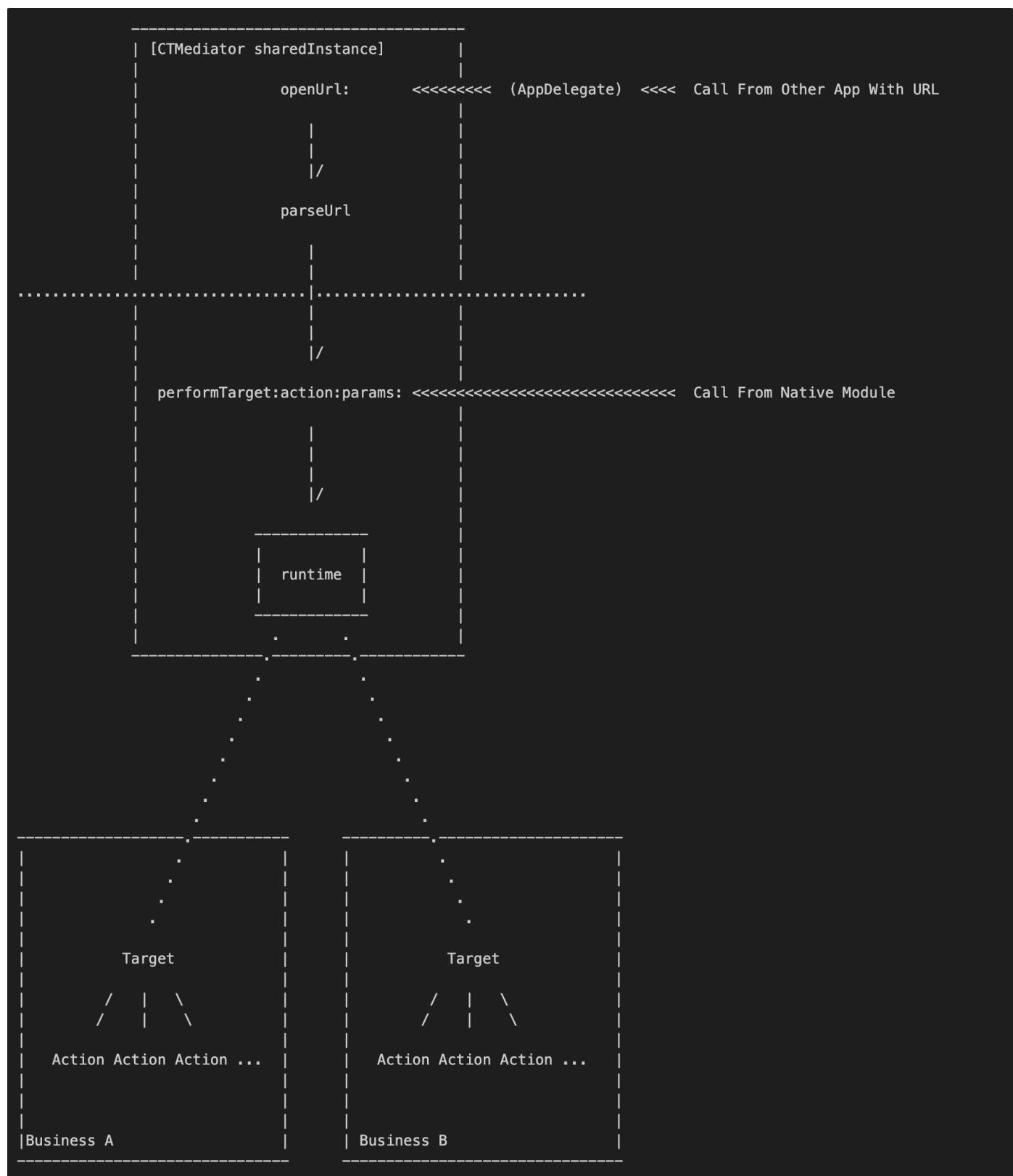
- 中间件

CTMediator

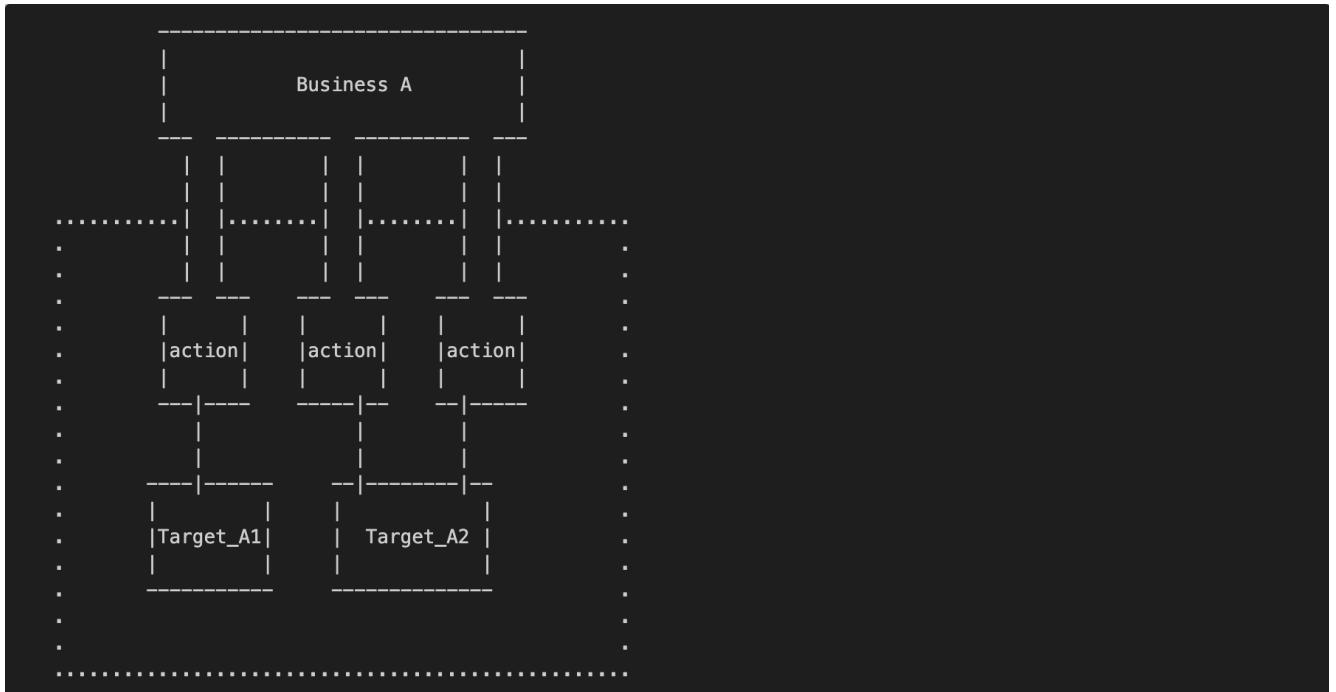
所有业务组件间的通信都通过CTMediator实现间接调用

架构图

- 架构



- 业务组件



示例

ZXIM

```

@interface Target_ZXIM : NSObject

/**
震动
@param ctx <#ctx description#>
*/
- (void)Action_vibrateForReceiveMsg:(NSDictionary *)ctx;

/**
开启扬声器
*/
- (void)Action_enableSpeaker:(NSDictionary *)ctx;

/**
关闭扬声器
*/
- (void)Action_disableSpeaker:(NSDictionary *)ctx;

- (void)Action_sendFlowDonateMessageWithRemoteParty:(NSDictionary *)ctx;

/**
上传消息记录
@param ctx <#ctx description#>
*/
- (void)Action_uploadChatRecord:(NSDictionary *)ctx;

```

```
/**  
 * 下载消息记录  
  
 @param ctx <#ctx description#>  
 */  
 - (void)Action_downloadChatRecord:(NSDictionary *)ctx;  
  
/**  
 * 清除所有消息记录  
  
 @param ctx <#ctx description#>  
 */  
 - (void)Action_clearAllChatRecord:(NSDictionary *)ctx;  
  
...  
  
@end  
  
@implementation Target_ZXIM  
  
/**  
 * 震动  
  
 @param ctx <#ctx description#>  
 */  
 - (void)Action_vibrateForReceiveMsg:(NSDictionary *)ctx {  
     [[ZXIMServiceManager sharedInstance].soundDeviceService vibrateForReceiveMsg];  
 }  
  
/**  
 * 开启扬声器  
 */  
 - (void)Action_enableSpeaker:(NSDictionary *)ctx {  
     [[ZXIMServiceManager sharedInstance].soundDeviceService setSpeakerEnabled:YES];  
 }  
  
/**  
 * 关闭扬声器  
 */  
 - (void)Action_disableSpeaker:(NSDictionary *)ctx {  
     [[ZXIMServiceManager sharedInstance].soundDeviceService setSpeakerEnabled:NO];  
 }  
  
 - (void)Action_sendFlowDonateMessageWithRemoteParty:(NSDictionary *)ctx {  
     NSString *userId = ctx[ZXIMUSERID];  
     NSString *groupName = ctx[ZXIMGROUPNAME];  
     ZXMessageFlowMessageModel *model = ctx[ZXIMFlowMessageModel];
```

```

    [[ZXIMServiceManager sharedInstance].messageService
zx_sendFlowDonateMessageWithRemoteParty:userId

groupName:groupName

flowDonateMessage:model];
}

/***
上传消息记录

@param ctx <#ctx description#>
*/
- (void)Action_uploadChatRecord:(NSDictionary *)ctx {
    NSString *url = ctx[ZXIMURL];
    void(^success)(id operation, id responseObject) = ctx[ZXIMSuccessBlock];
    void(^failure)(id operation, NSError *error) = ctx[ZXIMFailureBlock];
    if ([url isKindOfClass:[NSString class]] && url.length) {
        [[ZXIMServiceManager sharedInstance].chatRecordMigrateService
uploadChatRecordWithUrl:url

success:success

failure:failure];
    }
}

/***
下载消息记录

@param ctx <#ctx description#>
*/
- (void)Action_downloadChatRecord:(NSDictionary *)ctx {
    NSString *url = ctx[ZXIMURL];
    void(^success)(void) = ctx[ZXIMSuccessBlock];
    void(^failure)(NSError *error) = ctx[ZXIMFailureBlock];
    if ([url isKindOfClass:[NSString class]] && url.length) {
        [[ZXIMServiceManager sharedInstance].chatRecordMigrateService
downloadChatRecordWithUrl:url

success:success

failure:failure];
    }
}

@end

```

```

#import <CTMediator/CTMediator.h>

@interface CTMediator (ZXIM)

/**
震动
*/
- (void)ZXIM_vibrateForReceiveMsg;

/**
开启扬声器
*/
- (void)ZXIM_enableSpeaker;

/**
关闭扬声器
*/
- (void)ZXIM_disableSpeaker;

- (void)ZXIM_sendFlowDonateMessageWithRemoteParty:(NSString *)userId
                                         groupName:(NSString *)groupName
                                         flowDonateMessage:(id)flowMsgModel;
@end

@implementation CTMediator (ZXIM)
/**
震动
*/
- (void)ZXIM_vibrateForReceiveMsg {
    [[CTMediator sharedInstance] performTarget:@"ZXIM"
                                         action:@"vibrateForReceiveMsg"
                                         params:nil
                                         shouldCacheTarget:YES];
}

/**
开启扬声器
*/
- (void)ZXIM_enableSpeaker {
    [[CTMediator sharedInstance] performTarget:@"ZXIM"
                                         action:@"enableSpeaker"
                                         params:nil
                                         shouldCacheTarget:YES];
}

/**
关闭扬声器
*/

```

```

- (void)ZXIM_disableSpeaker {
    [[CTMediator sharedInstance] performTarget:@"ZXIM"
                                         action:@"disableSpeaker"
                                         params:nil
                                         shouldCacheTarget:YES];
}

@end

```

中间件

```

@interface CTMediator : NSObject

+ (instancetype)sharedInstance;

// 远程App调用入口
- (id)performActionWithUrl:(NSURL *)url completion:(void(^)(NSDictionary *info))completion;
// 本地组件调用入口
- (id)performTarget:(NSString *)targetName action:(NSString *)actionName params:(NSDictionary *)params shouldCacheTarget:(BOOL)shouldCacheTarget;
- (void)releaseCachedTargetWithTargetName:(NSString *)targetName;

@end

@implementation CTMediator

+ (instancetype)sharedInstance
{
    static CTMediator *mediator;
    static dispatch_once_t onceToken;
    dispatch_once(&onceToken, ^{
        mediator = [[CTMediator alloc] init];
    });
    return mediator;
}

- (id)performTarget:(NSString *)targetName action:(NSString *)actionName params:(NSDictionary *)params shouldCacheTarget:(BOOL)shouldCacheTarget
{
    NSString *swiftModuleName = params[kCTMediatorParamsKeySwiftTargetModuleName];

    // generate target
    NSString *targetClassName = nil;
    if (swiftModuleName.length > 0) {
        targetClassName = [NSString stringWithFormat:@"%@.Target_%@", swiftModuleName, targetName];
    } else {
        targetClassName = [NSString stringWithFormat:@"Target_%@", targetName];
    }
}

```

```

    }

    NSObject *target = self.cachedTarget[targetClassString];
    if (target == nil) {
        Class targetClass = NSClassFromString(targetClassString);
        target = [[targetClass alloc] init];
    }

    // generate action
    NSString *actionString = [NSString stringWithFormat:@"Action_%@:", actionName];
    SEL action = NSSelectorFromString(actionString);

    if (target == nil) {
        // 这里是处理无响应请求的地方之一，这个demo做得比较简单，如果没有可以响应的target，就直接
        return了。实际开发过程中是可以事先给一个固定的target专门用于在这个时候顶上，然后处理这种请求的
        [self NoTargetActionResponseWithTargetString:targetClassString
selectorString:actionString originParams:params];
        return nil;
    }

    if (shouldCacheTarget) {
        self.cachedTarget[targetClassString] = target;
    }

    if ([target respondsToSelector:action]) {
        return [self safePerformAction:action target:target params:params];
    } else {
        // 这里是处理无响应请求的地方，如果无响应，则尝试调用对应target的notFound方法统一处理
        SEL action = NSSelectorFromString(@"notFound:");
        if ([target respondsToSelector:action]) {
            return [self safePerformAction:action target:target params:params];
        } else {
            // 这里也是处理无响应请求的地方，在notFound都没有的时候，这个demo是直接return了。实际
            // 开发过程中，可以用前面提到的固定的target顶上的。
            [self NoTargetActionResponseWithTargetString:targetClassString
selectorString:actionString originParams:params];
            [self.cachedTarget removeObjectForKey:targetClassString];
            return nil;
        }
    }
}

- (id)safePerformAction:(SEL)action target:(NSObject *)target params:(NSDictionary *)
params
{
    NSMethodSignature* methodSig = [target methodSignatureForSelector:action];
    if(methodSig == nil) {
        return nil;
    }
    const char* retType = [methodSig methodReturnType];
}

```

```
if (strcmp(retType, @encode(void)) == 0) {
    NSInvocation *invocation = [NSInvocation
invocationWithMethodSignature:methodSig];
    [invocation setArgument:&params atIndex:2];
    [invocation setSelector:action];
    [invocation setTarget:target];
    [invocation invoke];
    return nil;
}

if (strcmp(retType, @encode(NSInteger)) == 0) {
    NSInvocation *invocation = [NSInvocation
invocationWithMethodSignature:methodSig];
    [invocation setArgument:&params atIndex:2];
    [invocation setSelector:action];
    [invocation setTarget:target];
    [invocation invoke];
    NSInteger result = 0;
    [invocation getReturnValue:&result];
    return @(result);
}

if (strcmp(retType, @encode(BOOL)) == 0) {
    NSInvocation *invocation = [NSInvocation
invocationWithMethodSignature:methodSig];
    [invocation setArgument:&params atIndex:2];
    [invocation setSelector:action];
    [invocation setTarget:target];
    [invocation invoke];
    BOOL result = 0;
    [invocation getReturnValue:&result];
    return @(result);
}

if (strcmp(retType, @encode(CGFloat)) == 0) {
    NSInvocation *invocation = [NSInvocation
invocationWithMethodSignature:methodSig];
    [invocation setArgument:&params atIndex:2];
    [invocation setSelector:action];
    [invocation setTarget:target];
    [invocation invoke];
    CGFloat result = 0;
    [invocation getReturnValue:&result];
    return @(result);
}

if (strcmp(retType, @encode(NSUInteger)) == 0) {
```

```

    NSInvocation *invocation = [NSInvocation
invocationWithMethodSignature:methodSig];
    [invocation setArgument:&params atIndex:2];
    [invocation setSelector:action];
    [invocation setTarget:target];
    [invocation invoke];
    NSUInteger result = 0;
    [invocation getReturnValue:&result];
    return @(result);
}

#pragma clang diagnostic push
#pragma clang diagnostic ignored "-Warc-performSelector-leaks"
    return [target performSelector:action withObject:params];
#pragma clang diagnostic pop
}

@end

```

混合开发

Hybird层改造

将js能力接口分类

1. ZXApiJSBridge 提供系统api的调用接口
 2. ZXAudioJSBridge 提供音频相关的接口
 3. ZXIMJSBridge 提供消息相关的接口
 4. ZXVideoJSBridge 提供视频相关的接口
- ...

将js能力接口自动注入给前端

遍历各个js bridge对象，获取各个bridge对象提供的能力接口并保存到bridgeNames集合中，该集合记录了各个bridge对象的名称，提供的能力接口列表，如：

```

bridgeNames = [
{
    "bridgeName": "_api",
    "methods": [
        "appInfo",
        "systemInfo",
        "getAppToken"
        ...
    ]
},
]

```

```

{
    "bridgeName": "_im",
    "methods": [
        "getUnreadMessagesCount",
        "addOnInstantMessageLitsener",
        "removeOnInstantMessageListener",
        "sendAnnouncementMessage"
    ]
},
...
];
NSString *injectJsPath = [[NSBundle h5bundle] pathForResource:@"hybridBridge.js"
ofType:nil];
NSError *error = nil;
NSString *js = [NSString stringWithContentsOfFile:injectJsPath
encoding:NSUTF8StringEncoding error:&error];
NSString *jsScript = [NSString stringWithFormat:@"%@\n%@", bridgeNames, js];

WKUserScript *userScript = [[WKUserScript alloc] initWithSource:jsScript
injectionTime:WKUserScriptInjectionTimeAtDocumentEnd forMainFrameOnly:NO];

```

- 前端通过引入注入的js文件，获取客户端提供的能力
- hybridBridge.js文件提供调用对象的封装及调用规则确定

```

// 将bridge对象，提供的能力接口，句柄及回调挂到window上
for (var i = 0; i < bridgeNames.length; i++) {
    var bridgeName = bridgeNames[i].bridgeName;
    var jsInterfaceName = bridgeNames[i].jsInterfaceName;
    window[bridgeName] = {
        bridgeName: bridgeName,
        jsInterfaceName: jsInterfaceName,
        callHandler: callHandler,
        _dispatchResult: _dispatchResult
    };

    if (bridgeNames[i].methods) {
        for (var index = 0; index < bridgeNames[i].methods.length; index++) {
            var method = bridgeNames[i].methods[index];
            (function (bridgeName, method) {
                window[bridgeName][method] = function (params, callback) {
                    // 所有的能力接口最终通过callHandler来间接调用
                    return window[bridgeName].callHandler(method, params, callback);
                }
            })(bridgeName, method)
        }
    }
}

```

```
function callHandler(handlerName, args, callback) {
  ...
  window.webkit.messageHandlers[bridgeName].postMessage(postMsg);
  ...
}
```

Flutter

```
void main() => runApp(_widgetForRoute(window.defaultRouteName)); //独立运行传入默认路由

Widget _widgetForRoute(String routeName) {
  switch (routeName) {
    case route_name_me_page:
      return MePage();
    case route_name_share_page:
      return SharePage();
    case "transparent_page":
      return Test();
    default:
      return MaterialApp(
        home: Scaffold(
          body: Center(
            child: Text(""),
          ),
        ),
      );
  }
}
```

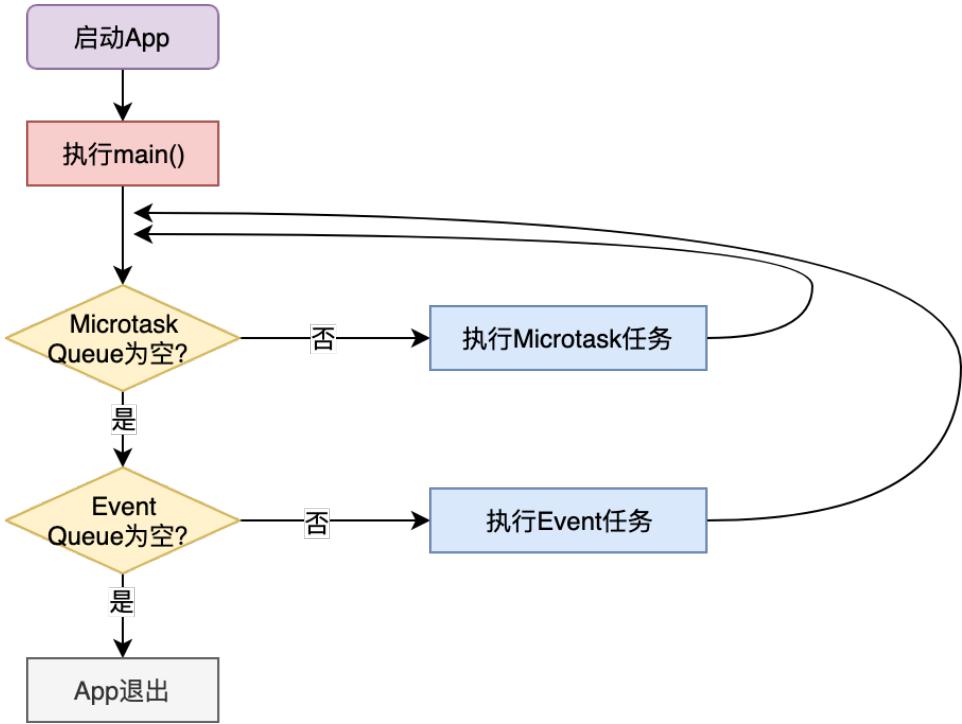
Dart

事件循环

Dart在Event Loop 驱动下，将需要主线程响应的事件放入Event Queue，不断轮询事件队列，取出事件，然后在主线程同步执行其回调函数。

- 事件队列和微任务队列

Dart中有两个队列，事件队列 (Event Queue) 和 微任务队列 (Microtask Queue)。在每一次事件循环中，Dart 总是先去第一个微任务队列中查询是否有可执行的任务，如果没有，才会处理后续的事件队列的流程。



- 微任务队列

表示一个短时间内就会完成的异步任务，在事件循环中的优先级是最高的。（如，手势识别、文本输入、滚动视图、保存页面效果等）

- 事件队列

如，I/O、绘制、定时器，是通过事件队列驱动主线程执行的

- Future

是Dart为Event Queue任务的建立提供的一层封装

在声明一个Future时，Dart会将异步任务的函数执行体放入事件队列，然后立即返回，后续的代码继续同步执行。而当同步执行的代码执行完毕后，事件队列会按照加入事件队列的顺序（即声明顺序），依次取出事件，最后同步执行Future的函数体及后续的then，then与Future函数体共用一个事件循环。如果Future执行体已经执行完毕了，但又拿着这个Future的引用，往里面加了一个then方法体，这种情况，Dart会将后续加入的then方法体放入微任务队列，尽快执行。

示例：

```

Future(() => print('f1')) // 声明一个匿名Future
Future fx = Future(() => null); // 声明Future fx，其执行体为null

// 声明一个匿名Future，并注册了两个then。在第一个then回调里启动了一个微任务
Future(() => print('f2')).then((_) {
  print('f3');
  scheduleMicrotask(() => print('f4'));
}).then((_) => print('f5'));

// 声明了一个匿名Future，并注册了两个then。第一个then是一个Future
Future(() => print('f6'))
  .then((_) => Future(() => print('f7')))
  .then((_) => print('f8'));

```

```

//声明了一个匿名Future
Future(() => print('f9'));

//往执行体为null的fx注册了一个then
fx.then((_) => print('f10'));

//启动一个微任务
scheduleMicrotask(() => print('f11'));
print('f12');

```

运行结果：

```

f12
f11
f1
f10
f2
f3
f5
f4
f6
f9
f7
f8

```

```

Future(() => print('f1'));
Future fx = Future(() => null);

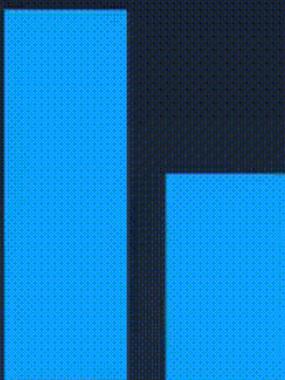
Future(() => print('f2')).then((_) {
  print('f3');
  scheduleMicrotask(() => print('f4'));
}).then((_) => print('f5'));

Future(() => print('f6'))
  .then((_) => Future(() => print('f7')));
  .then((_) => print('f8')));
Future(() => print('f9'));

fx.then((_) => print('f10'));
scheduleMicrotask(() => print('f11'));

print('f12');

```



Event Queue Microtask Queue

- 因为其他语句都是异步任务，所以先打印 f12
- 剩下的异步任务中，微任务队列优先级最高，因此随后打印 f11；然后按照 Future 声明的先后顺序，打

印 f1

- 随后到了 fx，由于 fx 的执行体是 null，相当于执行完毕了，Dart 将 fx 的 then 放入微任务队列，由于微任务队列的优先级最高，因此 fx 的 then 还是会最先执行，打印 f10
- 然后到了 fx 下面的 f2，打印 f2，然后执行 then，打印 f3。f4 是一个微任务，要到下一个事件循环才执行，因此后续的 then 继续同步执行，打印 f5。本次事件循环结束，下一个事件循环取出 f4 这个微任务，打印 f4
- 然后到了 f2 下面的 f6，打印 f6，然后执行 then。这里需要注意的是，这个 then 是一个 Future 异步任务，因此这个 then，以及后续的 then 都被放入到事件队列中了
- f6 下面还有 f9，打印 f9
- 最后一个事件循环，打印 f7，以及后续的 f8

then 会在 *Future* 函数体执行完毕后立刻执行，无论是共用同一个事件循环还是进入下一个微任务

Isolate

Dart 的多线程机制，每个 Isolate 都有自己的 Event Loop 与 Queue，Isolate 之间不共享任何资源，只能依靠消息机制通信。

混入（Mixin）

Dart 为了支持多重继承，引入了 *mixin* 关键字，它最大的特殊之处在于：*mixin* 定义的类不能有构造方法，这样可以避免继承多个类而产生的父类构造方法冲突，通过混入，一个类里可以以非继承的方式使用其他类中的变量与方法

```
class Point {  
    num x, y, z;  
    Point(this.x, this.y) : z = 0; // 初始化变量z  
    Point.bottom(num x) : this(x, 0); // 重定向构造函数  
    void printInfo() => print('($x,$y,$z)');  
}  
  
class Coordinate with Point {  
    // 不能有构造方法  
}  
  
var yyy = Coordinate();  
print (yyy is Point); //true  
print(yyy is Coordinate); //true
```

Widget、Element、RenderObject

Widget

Widget 是 *Flutter* 世界里对视图的一种结构化描述，里面存储的是有关视图渲染的配置信息，包括布局、渲染属性、事件响应信息等，*Widget* 被设计成不可变的，当视图渲染的配置信息发生变化时，*Flutter* 会重建 *Widget* 树，进行数据更新

Element

Element 是 *Widget* 的一个实例化对象，它承载了视图构建的上下文数据，是连接结构化的配置信息到完成最终渲染的桥梁

Flutter 渲染过程，可以分为这么三步：

1. 首先，通过 *Widget* 树生成对应的 *Element* 树；
2. 然后，创建相应的 *RenderObject* 并关联到 *Element.renderObject* 属性上；
3. 最后，构建成 *RenderObject* 树，以完成最终的渲染

Element 同时持有 *Widget* 和 *RenderObject*

RenderObject

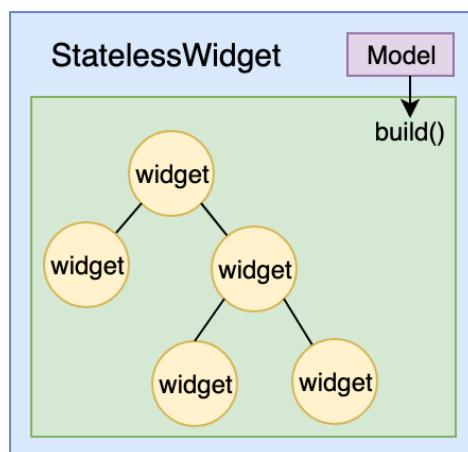
RenderObject 是主要负责实现视图渲染的对象，Flutter 通过控件树（*Widget* 树）中的每个控件（*Widget*）创建不同类型的渲染对象，组成渲染对象树。布局和绘制在 *RenderObject* 中完成，合成和渲染的工作则交给 Skia 搞定。

State

Flutter 的视图开发是声明式的，其核心设计思想是将视图和数据分离。在声明式 UI 编程中，除了设计好 *Widget* 布局方案外，还要提前维护一套文案数据集，并为需要变化的 *Widget* 绑定数据集中的数据，使 *Widget* 根据这个数据集完成渲染。当需要变更界面文案时，只要改变数据集中的文案数据，并通知 Flutter 框架触发 *Widget* 的重新渲染即可。

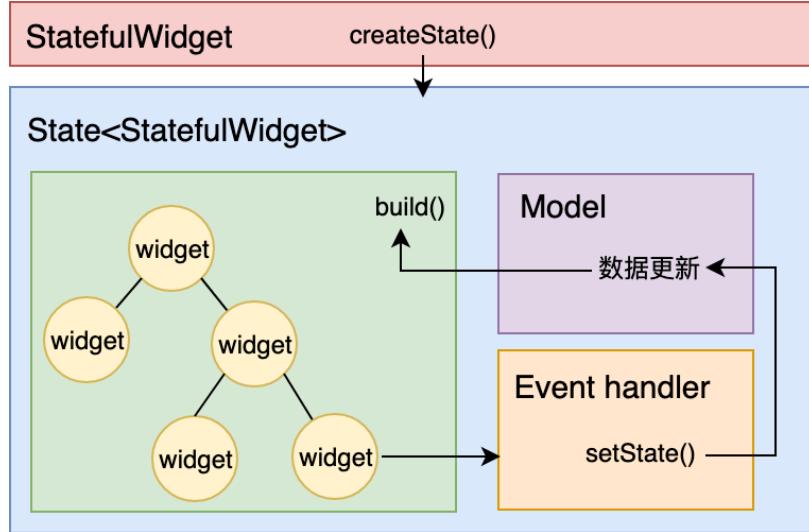
- StatelessWidget

一旦创建成功就不再关心、也不响应任何数据变化进行重绘



- StatefulWidget

Widget 的展示，除了父 *Widget* 初始化时传入的静态配置之外，还需要处理用户的交互或其内部数据的变化，并体现在 UI 上，*Widget* 创建完成后，还需要关心和响应数据变化来进行重绘。



父 Widget 是否能通过初始化参数完全控制其 UI 展示效果，如果能，就使用 StatelessWidget，负责使用 StatefulWidget

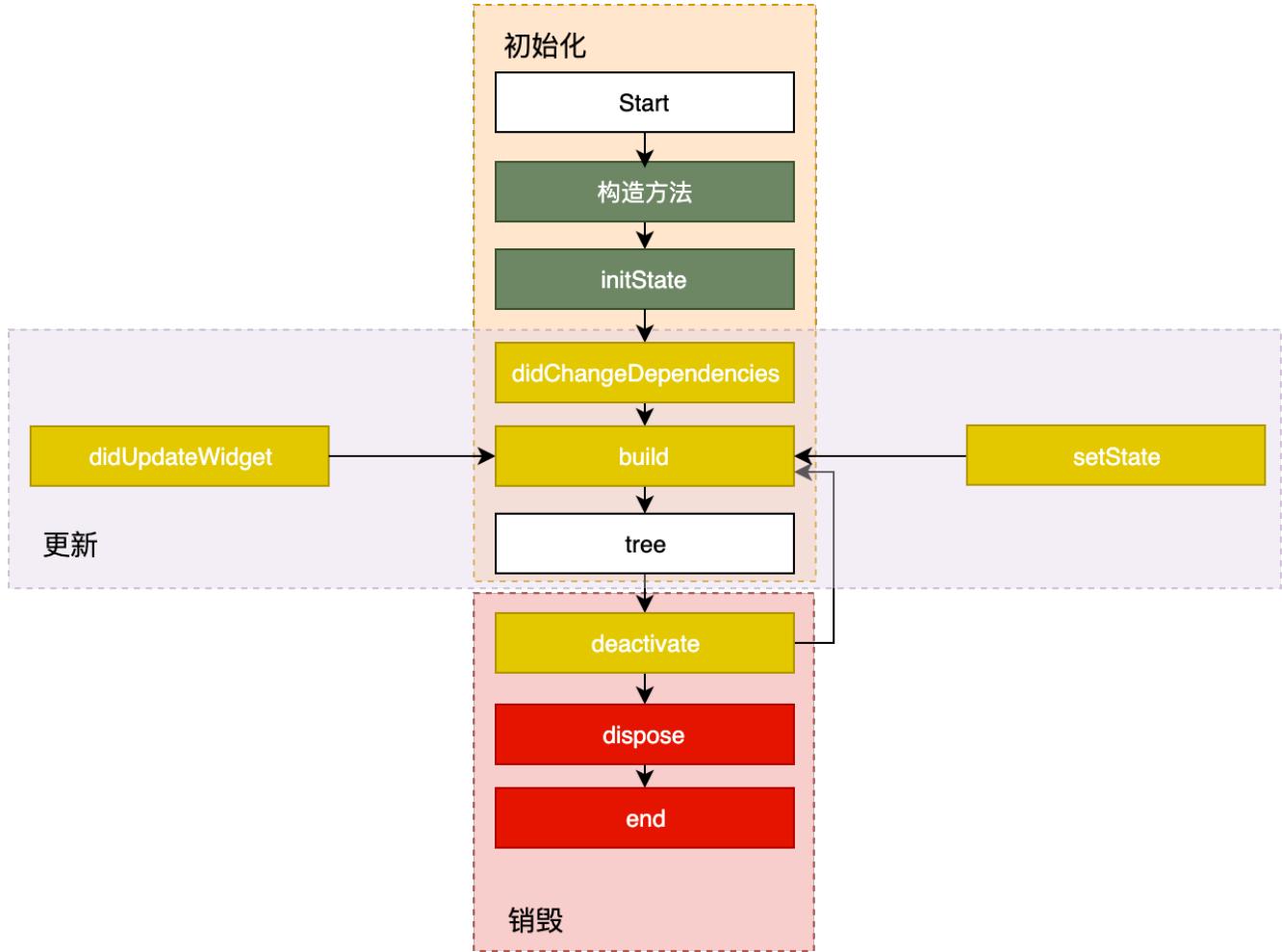
- StatefulWidget不能替代 StatelessWidget的原因

StatefulWidget 的滥用会直接影响 Flutter 应用的渲染性能，widget 是不可变的，更新则意味着销毁 + 重建 (build)。 StatelessWidget 是静态的，一旦创建则无需更新；而对于 StatefulWidget 来说，在 State 类中调用 setState 方法更新数据，会触发视图的销毁和重建，也将间接地触发其每个子 Widget 的销毁和重建。如果我们的根布局是一个 StatefulWidget，在其 State 中每调用一次更新 UI，都将是一整个页面所有 Widget 的销毁和重建。

生命周期

- State 生命周期

指关联的 Widget 所经历的，从创建到显示再到更新最后到停止，直至销毁等各个过程阶段。



1. 创建阶段

- Flutter 通过调用 `StatefulWidget.createState()` 来创建一个 State，通过构造方法，接收父 Widget 传递的初始化 UI 配置数据，决定 Widget 最初的呈现效果。
- `initState`，会在 State 对象被插入视图树的时候调用，它在 State 的生命周期中只会被调用一次，可以在这里做一些初始化工作。
- `didChangeDependencies` 则用来专门处理 State 对象依赖关系变化。
- `build`，作用是构建视图，根据父 Widget 传递过来的初始化配置数据，以及 State 的当前状态，创建一个 Widget 然后返回。

2. 更新阶段

- `setState`，当状态数据发生变化时，调用这个方法告诉 Flutter，使用更新后的数据重建 UI。
- `didChangeDependencies`：State对象的依赖关系发生变化后，如系统语言 Locale 或应用主题改变时。
- `didUpdateWidget`，当 Widget 的配置发生变化时，比如，父 Widget 触发重建

3. 销毁阶段

- 当组件的可见状态发生变化时，`deactivate` 函数会被调用，这时 State 会被暂时从视图树中移除，值得注意的是，页面切换时，由于 State 对象在视图树中的位置发生了变化，需要先暂时移除后再重新添加，重新触发组件构建，因此这个函数也会被调用。
- 当 State 被永久地从视图树中移除时，Flutter 会调用 `dispose` 函数，可以在这里进行最终的资源释放、移除监听、清理环境，等。

手势

手势竞技场

用来识别究竟哪个手势可以响应用户事件

`GestureDetector` 内部对每一个手势都建立了一个工厂类 (`Gesture Factory`)。而工厂类的内部会使用手势识别类 (`GestureRecognizer`)，来确定当前处理的手势。而所有手势的工厂类都会被交给 `RawGestureDetector` 类，以完成监测手势的工作，使用 `Listener` 监听原始指针事件，并在状态改变时把信息同步给所有的手势识别器，最后，手势会在竞技场决定最后由谁来响应用户事件

跨组件数据传递

- InheritedWidget

只能在有父子关系的 `Widget` 之间进行数据共享,自上而下

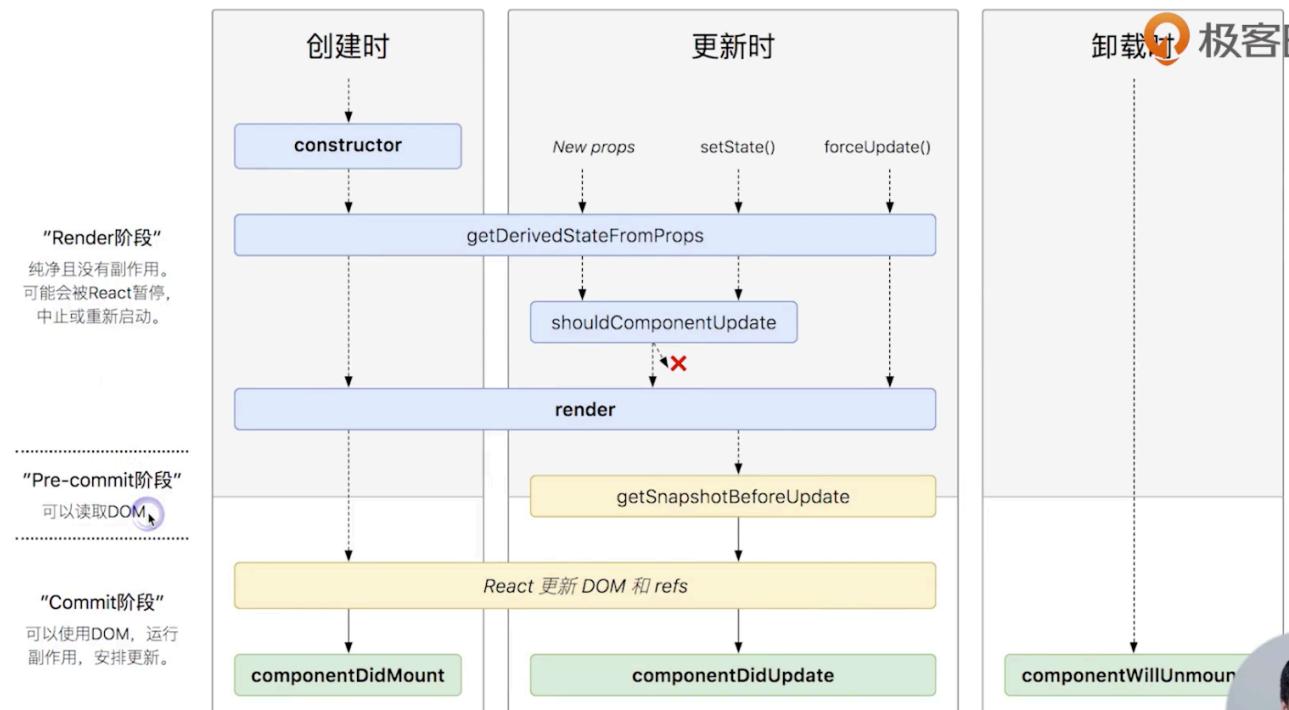
- Notification

只能在有父子关系的 `Widget` 之间进行数据共享,自下而上

- EventBus

ReactNative

生命周期



图片来源 : <http://projects.wojtekmaj.pl/react-lifecycle-methods-diagram/>



生命周期方法

- constructor

- 1. 用于初始化内部状态，很少使用
- 2. 唯一可以修改state的地方

- getDerivedStateFromProps

- 1. 当state需要从props初始化时使用
- 2. 尽量不要使用：维护两者状态一致性会增加复杂度
- 3. 每次render都会调用
- 4. 典型场景：表单控件获取默认值

- componentDidMount

- 1. UI渲染完成后调用
- 2. 只执行一次
- 3. 典型场景：获取外部资源

- componentWillUnmount

- 1. 组件移除时被调用
- 2. 典型场景：释放资源

- getSnapshotBeforeUpdate

- 1. 在页面render前调用，state已更新
- 2. 典型场景：获取render前的DOM状态

- componentDidUpdate

- 1. 每次UI更新时被调用
- 2. 典型场景：页面需要根据props变化重新获取数据

- shouldComponentUpdate

- 1. 决定Virtual DOM是否要重绘
- 2. 一般可以由PureComponent自动实现
- 3. 典型场景：性能优化

组件复用的另外两种形式

- 高阶组件

高阶组件是一个纯函数，它接受组件作为参数，返回新的组件

高阶组件是对已有组件的封装，产生一个新的组件，新的组件会包含一些自己的应用逻辑，这些应用逻辑会产生新的状态，这些状态会传给已有的组件；高阶组件一般不会有自己UI展现，而只是为它封装的组件提供一些额外的功能或数据

HOC 在 React 的第三方库中很常见，例如 Redux 的 connect

- 函数作为子组件

一个组件如何render它的内容，可以在很大程度上由它的使用者来决定

Context API

```
const ThemeContext = React.createContext('light');

class App extends React.Component {
  render() {
    return (
      <ThemeContext.Provider value="dark">
        <ThemedButton />
      </ThemeContext.Provider>
    );
  }
}

function ThemedButton(props) {
  return (
    <ThemeContext.Consumer>
      {theme => <Button {...props} theme={theme} />}
    </ThemeContext.Consumer>
  );
}
```

Context API 主要用于解决组件间通讯的问题

immutable

Javascript 中的对象一般是可变的，新的对象简单的引用了原始对象，新旧对象的修改都将影响到彼此，Immutable Data是一旦被创建，就不能被更改的数据。对 Immutable 对象的任何修改或添加删除操作都会返回一个新的 Immutable 对象。Immutable 实现原理是持久化数据结构（Persistent Data Structure），也就是使用旧数据创建新数据的同时要保证旧数据的可用且不变。同时又为了避免深拷贝把所有节点都复制一遍带来的性能损耗，Immutable 使用了 Structure Sharing(结构共享)，即如果对象树中一个节点发生变化，只修改这个节点和受它影响的父节点，其他节点则进行共享。

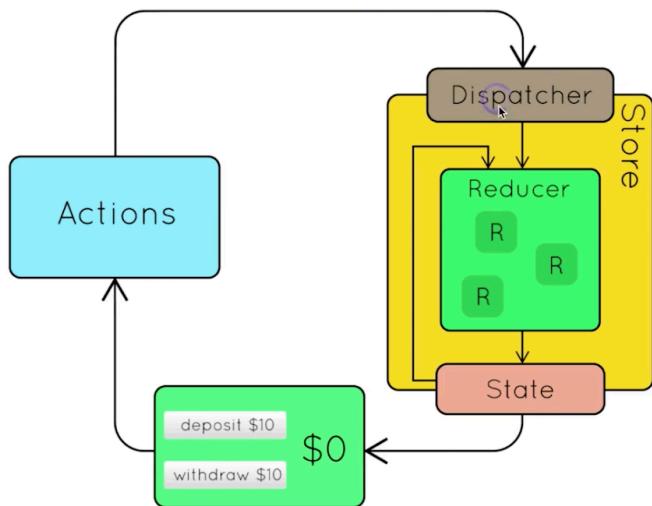
redux

- 同步action

Redux

极客时间

(state, action) => new state



© <http://slides.com/jenyaterpil/redux-from-twitter-hype-to-production>

- Store
- Actions
- Reducer
- View

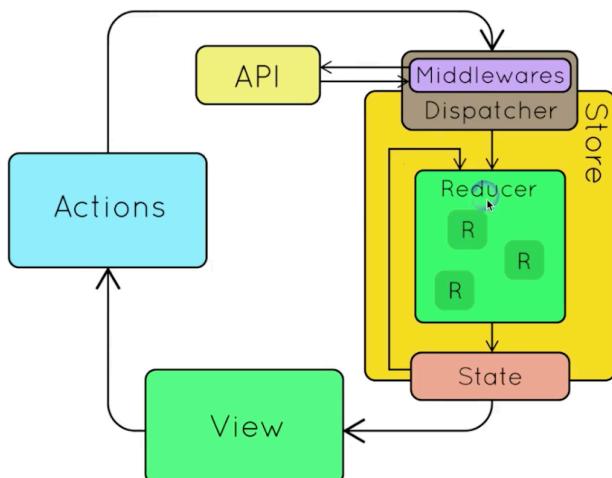


- 异步action

Redux 异步请求

极客时间

(state, action) => new state



© <http://slides.com/jenyaterpil/redux-from-twitter-hype-to-production>

- Store
- Actions
- Reducer
- View
- Middleware



设计模式

创建型

工厂模式

1. 简单工厂模式

当每个对象的创建逻辑都比较简单，需要动态地根据不同类型创建不同的对象，将多个对象的创建逻辑放到一个工厂类中，则使用简单工厂模式。

```
public class RuleConfigParserFactory {  
    private static final Map<String, RuleConfigParser> cachedParsers = new HashMap<>();  
  
    static {  
        cachedParsers.put("json", new JsonRuleConfigParser());  
        cachedParsers.put("xml", new XmlRuleConfigParser());  
        cachedParsers.put("yaml", new YamlRuleConfigParser());  
        cachedParsers.put("properties", new PropertiesRuleConfigParser());  
    }  
  
    public static IRuleConfigParser createParser(String configFormat) {  
        if (configFormat == null || configFormat.isEmpty()) {  
            return null;  
        }  
        IRuleConfigParser parser = cachedParsers.get(configFormat.toLowerCase());  
        return parser;  
    }  
}  
  
IRuleConfigParser parser =  
RuleConfigParserFactory.createParser(ruleConfigFileExtension);
```

2. 工厂方法模式

当每个对象的创建逻辑都比较复杂的时候，为了避免设计一个过于庞大的简单工厂类，将创建逻辑拆分得更细，每个对象的创建逻辑独立到各自的工厂类中，则使用工厂方法模式。

```
public interface IRuleConfigParserFactory {  
    IRuleConfigParser createParser();  
}  
  
public class JsonRuleConfigParserFactory implements IRuleConfigParserFactory {  
    @Override  
    public IRuleConfigParser createParser() {  
        return new JsonRuleConfigParser();  
    }  
}  
  
public class XmlRuleConfigParserFactory implements IRuleConfigParserFactory {  
    @Override  
    public IRuleConfigParser createParser() {  
        return new XmlRuleConfigParser();  
    }  
}
```

```

        return new XmlRuleConfigParser();
    }
}

public class YamlRuleConfigParserFactory implements IRuleConfigParserFactory {
    @Override
    public IRuleConfigParser createParser() {
        return new YamlRuleConfigParser();
    }
}

public class PropertiesRuleConfigParserFactory implements IRuleConfigParserFactory {
    @Override
    public IRuleConfigParser createParser() {
        return new PropertiesRuleConfigParser();
    }
}

public class RuleConfigParserFactoryMap { //工厂的工厂
    private static final Map<String, IRuleConfigParserFactory> cachedFactories = new
HashMap<>();

    static {
        cachedFactories.put("json", new JsonRuleConfigParserFactory());
        cachedFactories.put("xml", new XmlRuleConfigParserFactory());
        cachedFactories.put("yaml", new YamlRuleConfigParserFactory());
        cachedFactories.put("properties", new PropertiesRuleConfigParserFactory());
    }

    public static IRuleConfigParserFactory getParserFactory(String type) {
        if (type == null || type.isEmpty()) {
            return null;
        }
        IRuleConfigParserFactory parserFactory = cachedFactories.get(type.toLowerCase());
        return parserFactory;
    }
}
}

IRuleConfigParserFactory parserFactory =
RuleConfigParserFactoryMap.getParserFactory(ruleConfigFileExtension);

```

3. 抽象工厂

在简单工厂和工厂方法中，类只有一种分类方式，但是，如果类有多种分类方式，可以让一个工厂负责创建多个不同类型的对象，有效地减少工厂类的个数，则使用抽象工厂。

```

public interface IConfigParserFactory {
    IRuleConfigParser createRuleParser();
    ISysConfigParser createSystemParser();
    //此处可以扩展新的parser类型，比如IBizConfigParser
}

```

```

}

public class JsonConfigParserFactory implements IConfigParserFactory {
    @Override
    public IRuleConfigParser createRuleParser() {
        return new JsonRuleConfigParser();
    }

    @Override
    public ISystemConfigParser createSystemParser() {
        return new JsonSystemConfigParser();
    }
}

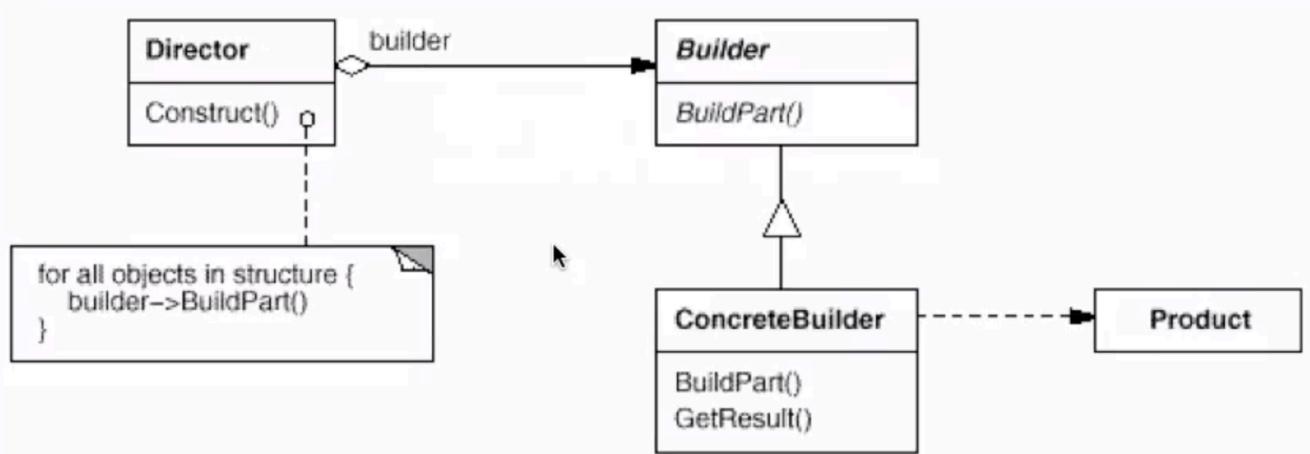
public class XmlConfigParserFactory implements IConfigParserFactory {
    @Override
    public IRuleConfigParser createRuleParser() {
        return new XmlRuleConfigParser();
    }

    @Override
    public ISystemConfigParser createSystemParser() {
        return new XmlSystemConfigParser();
    }
}

// 省略YamlConfigParserFactory和PropertiesConfigParserFactory代码

```

建造者模式 | 生成器模式



对象的创建需要初始化多个成员变量，而各个成员变量的初始化对创建过程又不都是必须的，且对象创建过程中，各个成员变量的初始化间是有依赖关系的，则使用建造者模式，把成员变量的校验逻辑放到Builder类中，先创建建造者，并且通过 `set()` 方法设置建造者的变量值，然后在使用 `build()` 方法真正创建对象之前，做集中的校验，校验通过之后才会创建对象。

```
public class ResourcePoolConfig {  
    private String name;  
    private int maxTotal;  
    private int maxIdle;  
    private int minIdle;  
  
    private ResourcePoolConfig(Builder builder) {  
        this.name = builder.name;  
        this.maxTotal = builder.maxTotal;  
        this.maxIdle = builder.maxIdle;  
        this.minIdle = builder.minIdle;  
    }  
    //...省略getter方法...  
  
    //我们将Builder类设计成了ResourcePoolConfig的内部类。  
    //我们也可以将Builder类设计成独立的非内部类ResourcePoolConfigBuilder。  
    public static class Builder {  
        private static final int DEFAULT_MAX_TOTAL = 8;  
        private static final int DEFAULT_MAX_IDLE = 8;  
        private static final int DEFAULT_MIN_IDLE = 0;  
  
        private String name;  
        private int maxTotal = DEFAULT_MAX_TOTAL;  
        private int maxIdle = DEFAULT_MAX_IDLE;  
        private int minIdle = DEFAULT_MIN_IDLE;  
  
        public ResourcePoolConfig build() {  
            // 校验逻辑放在这里来做，包括必填项校验、依赖关系校验、约束条件校验等  
            if (StringUtils.isBlank(name)) {  
                throw new IllegalArgumentException("...");  
            }  
            if (maxIdle > maxTotal) {  
                throw new IllegalArgumentException("...");  
            }  
            if (minIdle > maxTotal || minIdle > maxIdle) {  
                throw new IllegalArgumentException("...");  
            }  
  
            return new ResourcePoolConfig(this);  
        }  
  
        public Builder setName(String name) {  
            if (StringUtils.isBlank(name)) {  
                throw new IllegalArgumentException("...");  
            }  
        }  
    }  
}
```

```
    }

    this.name = name;
    return this;
}

public Builder setMaxTotal(int maxTotal) {
    if (maxTotal <= 0) {
        throw new IllegalArgumentException("...");
    }
    this.maxTotal = maxTotal;
    return this;
}

public Builder setMaxIdle(int maxIdle) {
    if (maxIdle < 0) {
        throw new IllegalArgumentException("...");
    }
    this.maxIdle = maxIdle;
    return this;
}

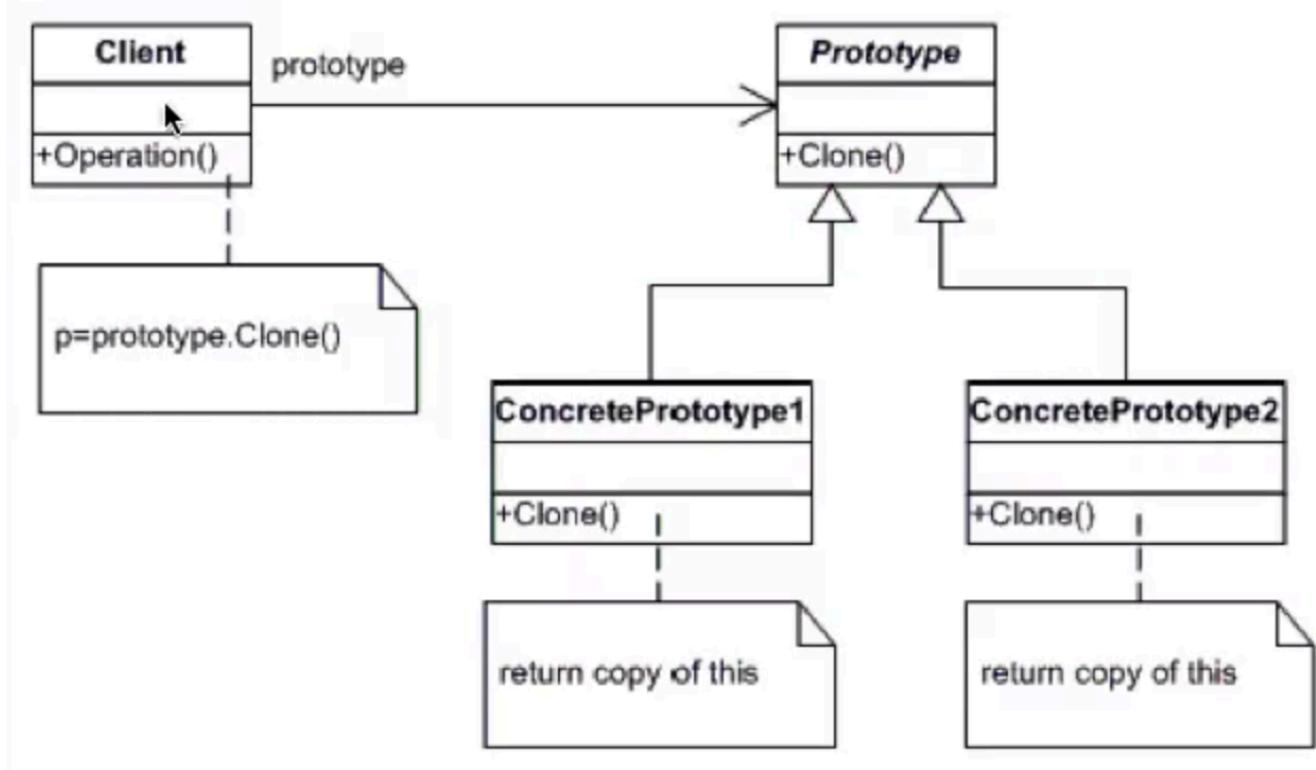
public Builder setMinIdle(int minIdle) {
    if (minIdle < 0) {
        throw new IllegalArgumentException("...");
    }
    this.minIdle = minIdle;
    return this;
}

}

}

// 这段代码会抛出IllegalArgumentException, 因为minIdle>maxIdle
ResourcePoolConfig config = new ResourcePoolConfig.Builder()
    .setName("dbconnectionpool")
    .setMaxTotal(16)
    .setMaxIdle(10)
    .setMinIdle(12)
    .build();
```

原型模式



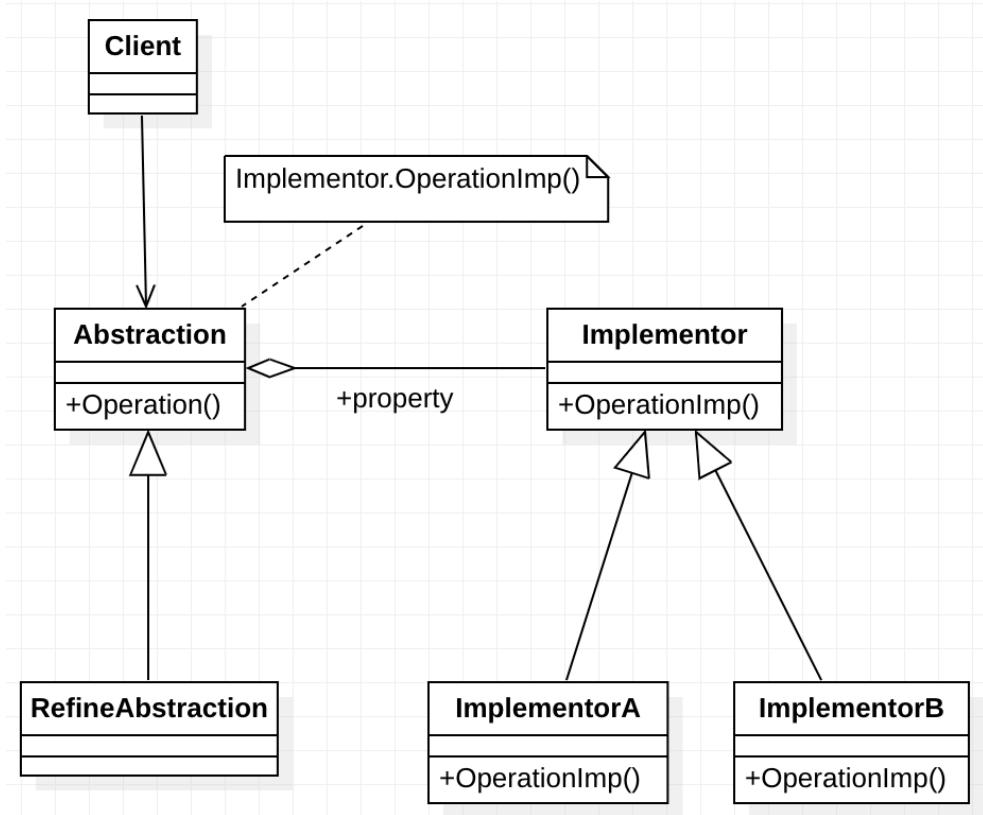
如果对象的创建成本比较大，而同一个类的不同对象之间差别不大（大部分字段都相同），在这种情况下，我们可以利用对已有对象（原型）进行复制（或者叫拷贝）的方式来创建新对象，以达到节省创建时间的目的。这种基于原型来创建对象的方式就叫作原型模式。

原型模式的实现方式：深拷贝和浅拷贝

深拷贝 -> 先将对象序列化，然后再反序列化成新的对象

结构型

桥接模式

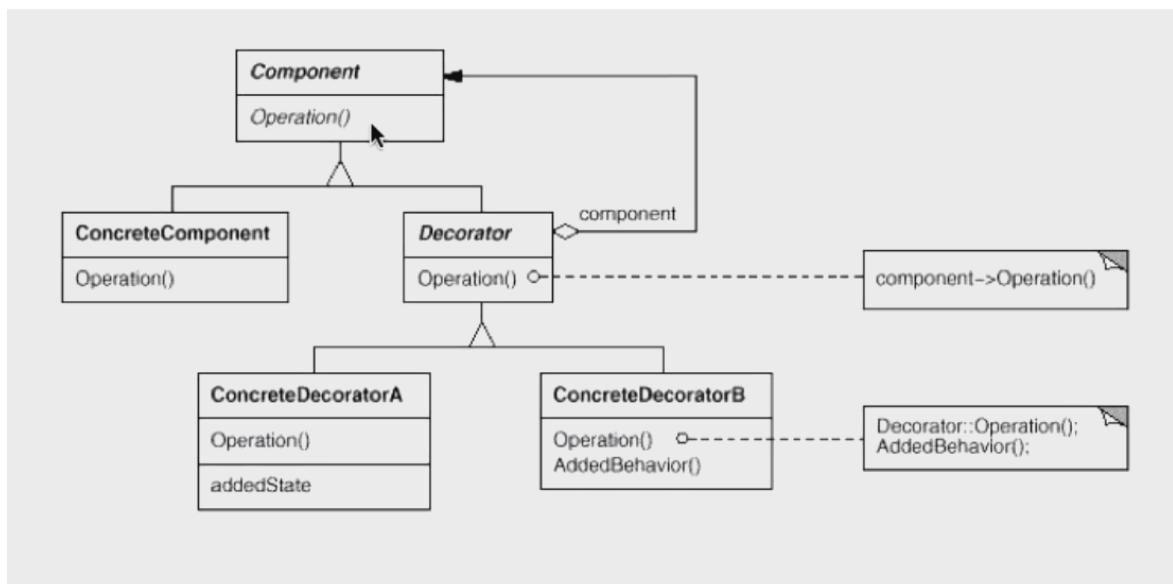


将抽象和实现解耦，让它们可以独立变化

举例：

地图功能的实现，我们可以使用高德地图，百度地图，腾讯地图...，当我们希望根据不同的配置快速切换地图功能的具体实现时，可以封装一个地图功能的抽象层，该抽象层持有具体地图功能的实现对象，提供统一的地图功能服务接口，根据应用层传入的不同配置来实例化具体的地图实例，实现地图功能抽象层与实现层的解耦。

装饰器模式



核心思想：组合优于继承

iOS 中的Category

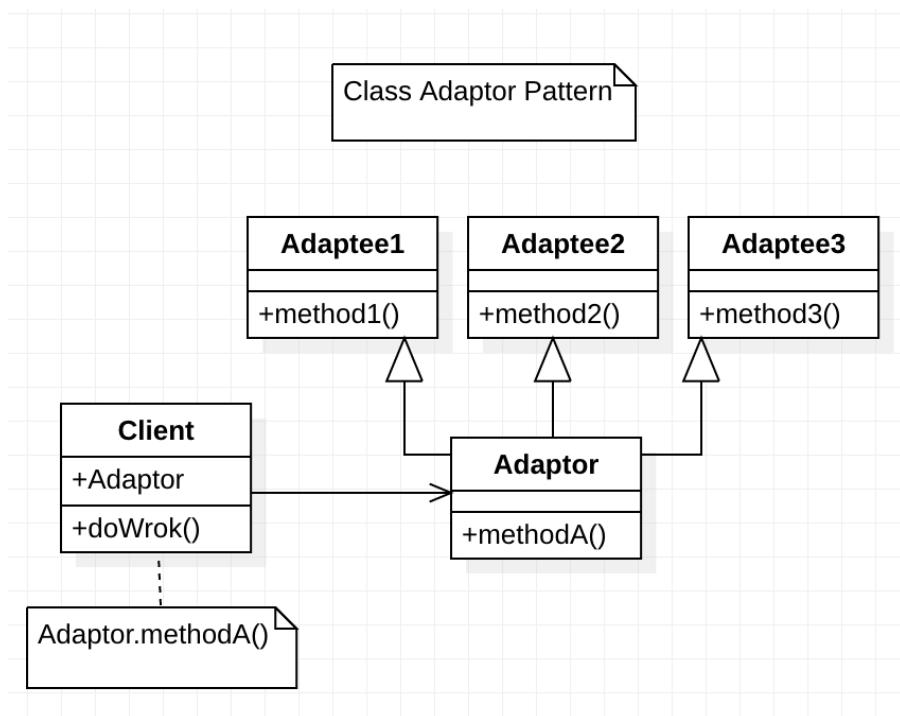
装饰器模式主要解决继承关系过于复杂的问题，通过组合来替代继承。它主要的作用是给原始类添加增强功能，在设计的时候，装饰器类需要跟原始类继承相同的抽象类或者接口。

特点：

1. 不改变原始类
2. 不改变使用继承的情形
3. 动态扩展对象的功能
4. 持有原始对象的引用

适配器模式

- 类适配器



```
// 它将不兼容的接口转换为可兼容的接口，让原本由于接口不兼容而不能一起工作的类可以一起工作
// 类适配器：基于继承
public interface ITarget {
    void f1();
    void f2();
    void fc();
}

public class Adaptee {
    public void fa() { //... }
    public void fb() { //... }
    public void fc() { //... }
}
```

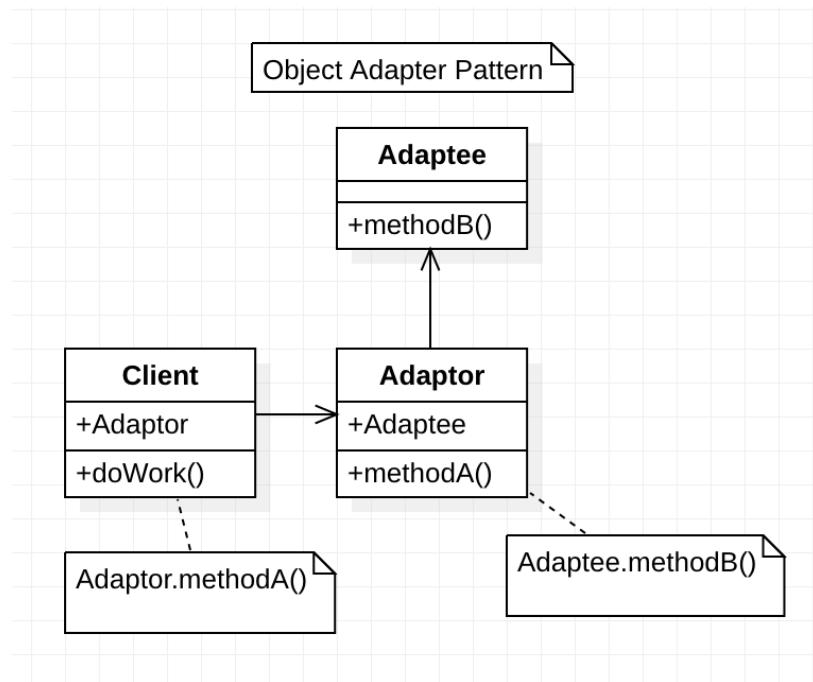
```

}

public class Adaptor extends Adaptee implements ITarget {
    public void f1() {
        super.fa();
    }
    public void f2() {
        //...重新实现f2()...
    }
    // 这里fc()不需要实现，直接继承自Adaptee，这是跟对象适配器最大的不同点
}

```

- 对象适配器



```

// 基于组合
public interface ITarget {
    void f1();
    void f2();
    void fc();
}

public class Adaptee {
    public void fa() { ... }
    public void fb() { ... }
    public void fc() { ... }
}

public class Adaptor implements ITarget {
    private Adaptee adaptee;
    public Adaptor(Adaptee adaptee) {

```

```

    this.adaptee = adaptee;
}

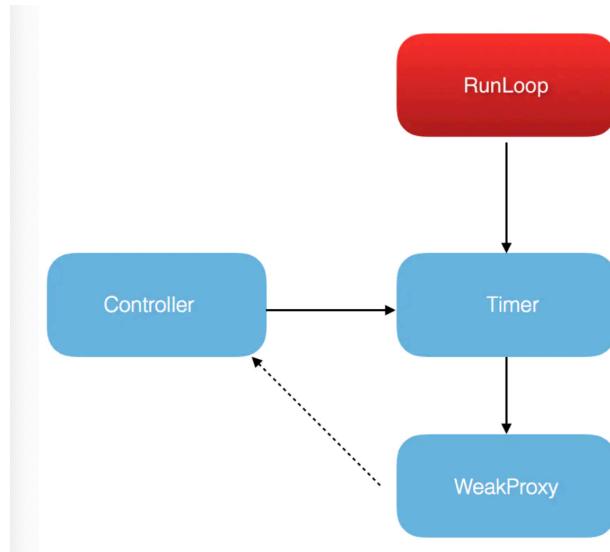
public void f1() {
    adaptee.fa(); //委托给Adaptee
}

public void f2() {
    //...重新实现f2()...
}

public void fc() {
    adaptee.fc();
}
}

```

代理模式



```

// NSTimer 内存泄漏问题
// WeakProxy.h
// tt
//
// Created by 肖仲文 on 2021/5/25.
// Copyright © 2021 肖仲文. All rights reserved.
//

#import <Foundation/Foundation.h>

NS_ASSUME_NONNULL_BEGIN

@interface WeakProxy : NSProxy

+ (instancetype)proxyWithTarget:(id)target;

```

```
@end

// WeakProxy.m
// tt
//
// Created by 肖仲文 on 2021/5/25.
// Copyright © 2021 肖仲文. All rights reserved.
//

#import "WeakProxy.h"
#import "Target_NoTargetAction.h"

@interface WeakProxy()

@property (weak, nonatomic, readonly) id target;

@end

@implementation WeakProxy

- (instancetype)initWithTarget:(id)target {
    _target = target;
    return self;
}

+ (instancetype)proxyWithTarget:(id)target {
    return [[self alloc] initWithTarget:target];
}

- (void)forwardInvocation:(NSInvocation *)invocation {
    SEL sel = [invocation selector];
    if ([self.target respondsToSelector:sel]) {
        [invocation invokeWithTarget:self.target];
    }
}

- (NSMethodSignature *)methodSignatureForSelector:(SEL)sel {
    NSMethodSignature* methodSig = [self.target methodSignatureForSelector:sel];
    if (methodSig == nil) {
        id target = [Target_NoTargetAction new];
        sel = @selector(Action_response:);
        methodSig = [target methodSignatureForSelector:sel];
        NSDictionary *param = @{@"": nil};
        NSInvocation *invocation = [NSInvocation invocationWithMethodSignature:methodSig];
        [invocation setArgument:&param atIndex:2];
        [invocation setSelector:sel];
        [invocation setTarget:target];
        [invocation invoke];
    }
}
```

```

        return methodSig;
    }
    return [self.target methodSignatureForSelector:sel];
}

#import "TestViewController.h"
#import "WeakProxy.h"

@interface TestViewController : NSObject

@property (nonatomic, strong) NSTimer *timer;
@property (nonatomic, strong) WeakProxy *proxy;

@end

@implementation TestViewController

- (void)viewDidLoad {
    [super viewDidLoad];
    // Do any additional setup after loading the view.

    self.proxy = [WeakProxy proxyWithTarget:self];
    self.timer = [NSTimer timerWithTimeInterval:1.0 target:self.proxy
selector:@selector(handle:) userInfo:nil repeats:YES];

    [[NSRunLoop mainRunLoop] addTimer:self.timer forMode:NSDefaultRunLoopMode];
}

```

// 在不改变原始类（或叫被代理类）代码的情况下，通过引入代理类来给原始类附加功能
//代理类 UserControllerProxy 和原始类 UserController 实现相同的接口 IUserController。
UserController 类只负责业务功能。代理类 UserControllerProxy 负责在业务代码执行前后附加其他逻辑代码，并通过委托的方式调用原始类来执行业务代码

```

public interface IUserController {
    UserVo login(String telephone, String password);
    UserVo register(String telephone, String password);
}

public class UserController implements IUserController {
    //...省略其他属性和方法...

    @Override
    public UserVo login(String telephone, String password) {
        //...省略login逻辑...
        //...返回UserVo数据...
    }
}

```

```
@Override
public UserVo register(String telephone, String password) {
    //...省略register逻辑...
    //...返回UserVo数据...
}

}

public class UserControllerProxy implements IUserController {
    private MetricsCollector metricsCollector;
    private UserController userController;

    public UserControllerProxy(UserController userController) {
        this.userController = userController;
        this.metricsCollector = new MetricsCollector();
    }

    @Override
    public UserVo login(String telephone, String password) {
        long startTimestamp = System.currentTimeMillis();

        // 委托
        UserVo userVo = userController.login(telephone, password);

        long endTimeStamp = System.currentTimeMillis();
        long responseTime = endTimeStamp - startTimestamp;
        RequestInfo requestInfo = new RequestInfo("login", responseTime, startTimestamp);
        metricsCollector.recordRequest(requestInfo);

        return userVo;
    }

    @Override
    public UserVo register(String telephone, String password) {
        long startTimestamp = System.currentTimeMillis();

        UserVo userVo = userController.register(telephone, password);

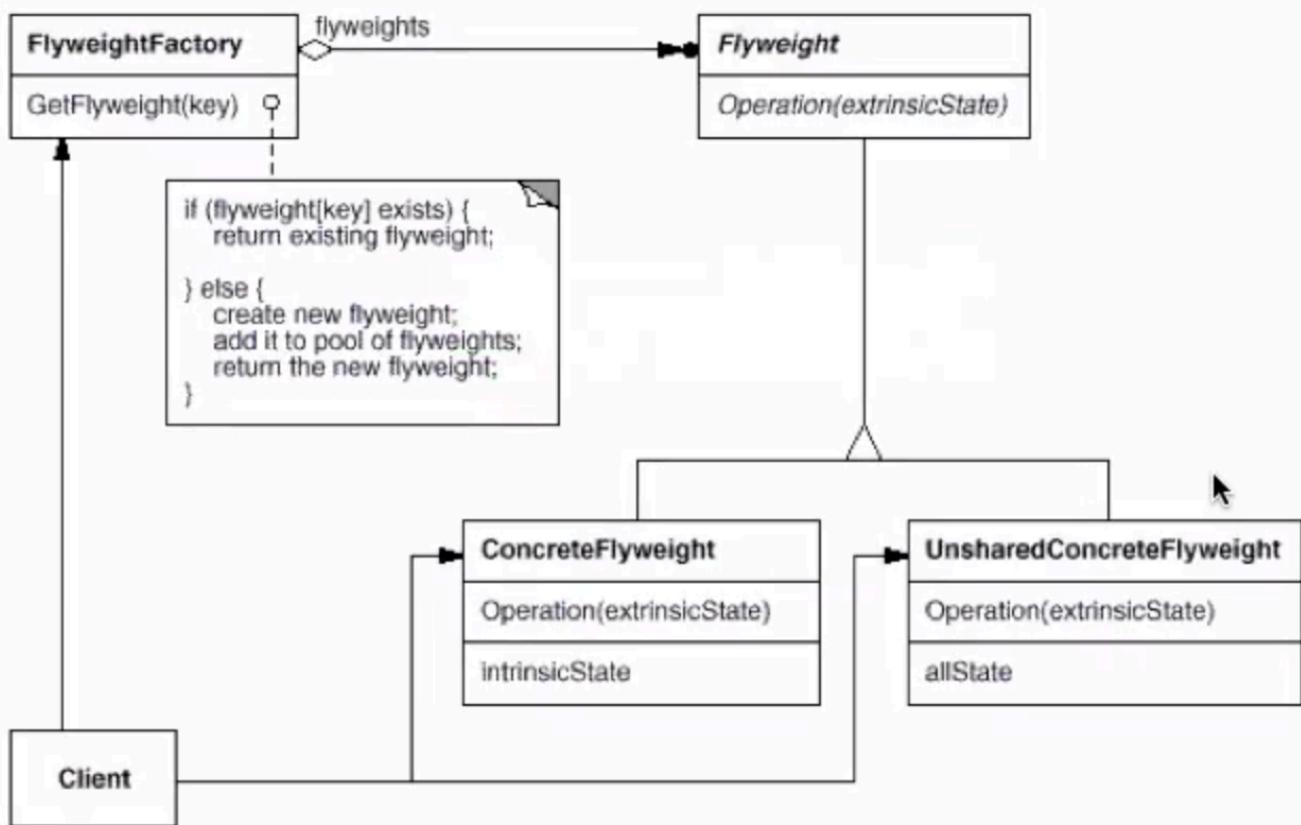
        long endTimeStamp = System.currentTimeMillis();
        long responseTime = endTimeStamp - startTimestamp;
        RequestInfo requestInfo = new RequestInfo("register", responseTime,
startTimestamp);
        metricsCollector.recordRequest(requestInfo);

        return userVo;
    }
}

//UserControllerProxy使用举例
//因为原始类和代理类实现相同的接口，是基于接口而非实现编程
```

```
//将UserController类对象替换为UserControllerProxy类对象，不需要改动太多代码
IUserController userController = new UserControllerProxy(new UserController());
```

享元模式



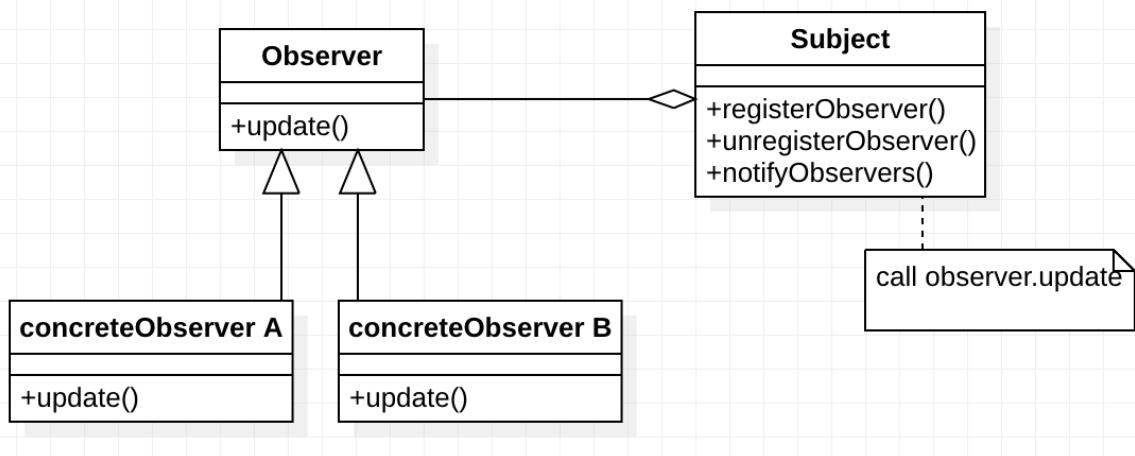
意图是复用对象，节省内存，前提是享元对象是不可变对象。

当一个系统中存在大量重复对象的时候，如果这些重复的对象是不可变对象，我们就可以利用享元模式将对象设计成享元，在内存中只保留一份实例，供多处代码引用

“不可变对象”指的是，一旦通过构造函数初始化完成之后，它的状态（对象的成员变量或者属性）就不会再被修改了。所以，不可变对象不能暴露任何 `set()` 等修改内部状态的方法

行为型

观察者模式



在对象之间定义一个一对多的依赖，当一个对象状态改变的时候，所有依赖的对象都会自动收到通知。

```

public interface Subject {
    void registerObserver(Observer observer);
    void removeObserver(Observer observer);
    void notifyObservers(Message message);
}

public interface Observer {
    void update(Message message);
}

public class ConcreteSubject implements Subject {
    private List<Observer> observers = new ArrayList<Observer>();

    @Override
    public void registerObserver(Observer observer) {
        observers.add(observer);
    }

    @Override
    public void removeObserver(Observer observer) {
        observers.remove(observer);
    }

    @Override
    public void notifyObservers(Message message) {
        for (Observer observer : observers) {
            observer.update(message);
        }
    }
}
  
```

```

}

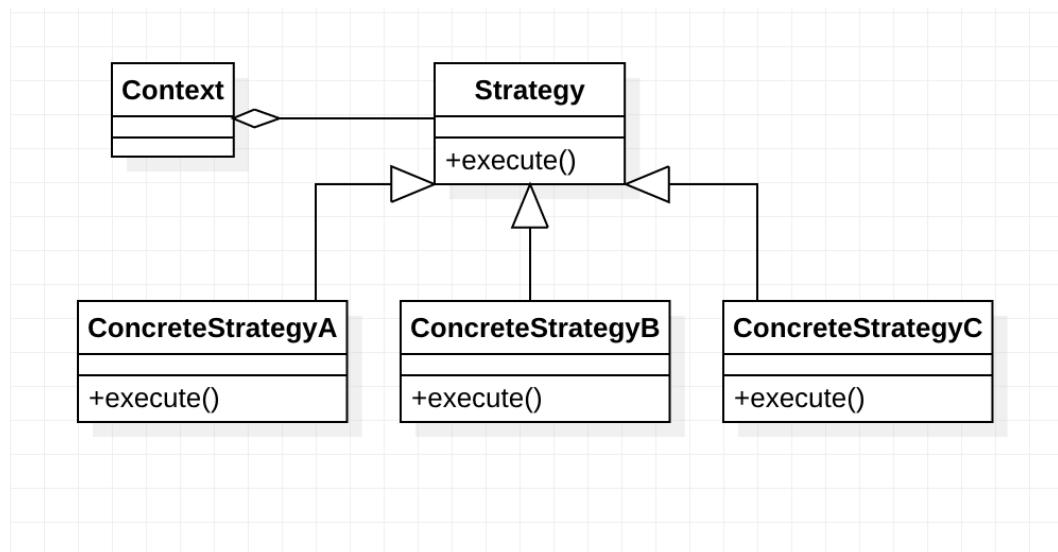
public class ConcreteObserverOne implements Observer {
    @Override
    public void update(Message message) {
        //TODO: 获取消息通知, 执行自己的逻辑...
        System.out.println("ConcreteObserverOne is notified.");
    }
}

public class ConcreteObserverTwo implements Observer {
    @Override
    public void update(Message message) {
        //TODO: 获取消息通知, 执行自己的逻辑...
        System.out.println("ConcreteObserverTwo is notified.");
    }
}

public class Demo {
    public static void main(String[] args) {
        ConcreteSubject subject = new ConcreteSubject();
        subject.registerObserver(new ConcreteObserverOne());
        subject.registerObserver(new ConcreteObserverTwo());
        subject.notifyObservers(new Message());
    }
}

```

策略模式



策略模式可以使算法的变化独立于使用它们的客户端

1. 策略的定义

```

public interface Strategy {
    void algorithmInterface();
}

```

```
public class ConcreteStrategyA implements Strategy {
    @Override
    public void algorithmInterface() {
        //具体的算法...
    }
}
```

```
public class ConcreteStrategyB implements Strategy {
    @Override
    public void algorithmInterface() {
        //具体的算法...
    }
}
```

2. 策略的创建

```
public class StrategyFactory {
    private static final Map<String, Strategy> strategies = new HashMap<>();

    static {
        strategies.put("A", new ConcreteStrategyA());
        strategies.put("B", new ConcreteStrategyB());
    }

    public static Strategy getStrategy(String type) {
        if (type == null || type.isEmpty()) {
            throw new IllegalArgumentException("type should not be empty.");
        }
        return strategies.get(type);
    }
}
```

3. 策略的使用

```
// 策略接口: EvictionStrategy
// 策略类: LruEvictionStrategy、FifoEvictionStrategy、LfuEvictionStrategy...
// 策略工厂: EvictionStrategyFactory

public class UserCache {
    private Map<String, User> cacheData = new HashMap<>();
    private EvictionStrategy eviction;

    public UserCache(EvictionStrategy eviction) {
        this.eviction = eviction;
    }

    //...
}

// 运行时动态确定, 根据配置文件的配置决定使用哪种策略
```

```
public class Application {  
    public static void main(String[] args) throws Exception {  
        EvictionStrategy evictionStrategy = null;  
        Properties props = new Properties();  
        props.load(new FileInputStream("./config.properties"));  
        String type = props.getProperty("eviction_type");  
        evictionStrategy = EvictionStrategyFactory.getEvictionStrategy(type);  
        UserCache userCache = new UserCache(evictionStrategy);  
        //...  
    }  
}  
  
// 非运行时动态确定，在代码中指定使用哪种策略  
public class Application {  
    public static void main(String[] args) {  
        //...  
        EvictionStrategy evictionStrategy = new LruEvictionStrategy();  
        UserCache userCache = new UserCache(evictionStrategy);  
        //...  
    }  
}
```

算法

排序

堆排序

快速排序

前K个高频元素 (LeetCode 347)

数组中第K个最大元素 (LeetCode 215)

全排列（LeetCode 46）

链表

删除链表的倒数第 N 个结点（LeetCode 19）

二叉树

从中序与后序遍历构造二叉树

从前序与中序遍历构造二叉树

动态规划

回溯算法（八皇后问题）

0-1背包问题