

## RunLoop 面试题

iOS 技术交流群: 638302184



### 一、为什么 `NSTimer` 有时候不好使?

因为创建的 `NSTimer` 默认是被加入到了 `defaultMode`, 所以当 `RunLoop` 的 `Mode` 变化时, 当前的 `NSTimer` 就不会工作了。

### 二、`AFNetworking` 中如何运用 `RunLoop`?

`AFURLConnectionOperation` 这个类是基于 `NSURLConnection` 构建的, 其希望能在后台线程接收 `Delegate` 回调。为此 `AFNetworking` 单独创建了一个线程, 并在这个线程中启动了一个 `RunLoop`:

```
+ (void)networkRequestThreadEntryPoint:(id)__unused object {
    @autoreleasepool {
        [[NSThread currentThread] setName:@"AFNetworking"];
        NSRunLoop *runLoop = [NSRunLoop currentRunLoop];
        [runLoop addPort:[NSMachPort port] forMode:NSDefaultRunLoopMode];
        [runLoop run];
    }
}

+ (NSThread *)networkRequestThread {
    static NSThread *_networkRequestThread = nil;
    static dispatch_once_t oncePredicate;
    dispatch_once(&oncePredicate, ^{
        _networkRequestThread = [[NSThread alloc] initWithTarget:self
        selector:@selector(networkRequestThreadEntryPoint:)
        object:nil];
        [_networkRequestThread start];
    });
    return _networkRequestThread;
}
```

`RunLoop` 启动前内部必须要有至少一个 `Timer/Observer/Source`, 所以 `AFNetworking` 在 `[runLoop run]` 之前先创建了一个新的 `NSMachPort` 添加进去了。通常情况下, 调用者需要持有这个 `NSMachPort`

(mach\_port) 并在外部线程通过这个 port 发送消息到 loop 内；但此处添加 port 只是为了让 RunLoop 不至于退出，并没有用于实际的发送消息。

```
- (void)start {
    [self.lock lock];
    if ([self isCancelled]) {
        [self performSelector:@selector(cancelConnection)
            onThread:[self class] networkRequestThread]
        withObject:nil
        waitUntilDone:NO
        modes:[self.runLoopModes allObjects]];
    } else if ([self isReady]) {
        self.state = AFOperationExecutingState;
        [self performSelector:@selector(operationDidStart)
            onThread:[self class] networkRequestThread]
        withObject:nil waitUntilDone:NO
        modes:[self.runLoopModes allObjects]];
    }
    [self.lock unlock];
}
```

当需要这个后台线程执行任务时，AFNetworking 通过调用 [NSObject performSelector:onThread:...] 将这个任务扔到了后台线程的 RunLoop

### 三、autoreleasepool 在何时被释放？

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。其 `order` 是 `-2147483647`，优先级最高，保证创建释放池发生在其他所有回调之前。

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。这个 `Observer` 的 `order` 是 `2147483647`，优先级最低，保证其释放池子发生在其他所有回调之后。

在主线程执行的代码，通常是写在诸如事件回调、`Timer` 回调内的。这些回调会被 `RunLoop` 创建好的 `AutoreleasePool` 环绕着，所以不会出现内存泄漏，开发者也不必显示创建 `Pool` 了。

### 四、PerformSelector 的实现原理？

当调用 `NSObject` 的 `performSelector:afterDelay:` 后，实际上其内部会创建一个 `Timer` 并添加到当前线程的 `RunLoop` 中。所以如果当前线程没有 `RunLoop`，则这个方法会失效。

当调用 `performSelector:onThread:` 时，实际上其会创建一个 `Timer` 加到对应的线程去，同样的，如果对应线程没有 `RunLoop` 该方法也会失效。

### 五、PerformSelector:afterDelay:这个方法在子线程中是否起作用？为什么？怎么解决？

不起作用，子线程默认没有 `RunLoop`，也就没有 `Timer`。

解决的办法是可以使用 `GCD` 来实现：`Dispatch_after`

## 六、RunLoop 的 Mode

关于 Mode 首先要知道一个 RunLoop 对象中可能包含多个 Mode，且每次调用 RunLoop 的主函数时，只能指定其中一个 Mode(CurrentMode)。切换 Mode，需要重新指定一个 Mode。主要是为了分隔开不同的 Source、Timer、Observer，让它们之间互不影响。

当 RunLoop 运行在 Mode1 上时，是无法接受处理 Mode2 或 Mode3 上的 Source、Timer、Observer 事件的

总共是有五种 CFSRunLoopMode:

- kCFSRunLoopDefaultMode: 默认模式，主线程是在这个运行模式下运行
- UITrackingRunLoopMode: 跟踪用户交互事件（用于 UIScrollView 追踪触摸滑动，保证界面滑动时不受其他 Mode 影响）
- UIInitializationRunLoopMode: 在刚启动 App 时第进入的第一个 Mode，启动完成后就不再使用
- GSEventReceiveRunLoopMode: 接受系统内部事件，通常用不到
- kCFSRunLoopCommonModes: 伪模式，不是一种真正的运行模式，是同步 Source/Timer/Observer 到多个 Mode 中的一种解决方案

## 七、RunLoop 的实现机制

对于 RunLoop 而言最核心的事情就是保证线程在没有消息的时候休眠，在有消息时唤醒，以提高程序性能。RunLoop 这个机制是依靠系统内核来完成的（苹果操作系统核心组件 Darwin 中的 Mach）。

RunLoop 通过 `mach_msg()` 函数接收、发送消息。它的本质是调用函数 `mach_msg_trap()`，相当于是一个系统调用，会触发内核状态切换。在用户态调用 `mach_msg_trap()` 时会切换到内核态；内核态中内核实现的 `mach_msg()` 函数会完成实际的工作。

即基于 `port` 的 `source1`，监听端口，端口有消息就会触发回调；而 `source0`，要手动标记为待处理和手动唤醒 RunLoop

大致逻辑为：

- 1、通知观察者 RunLoop 即将启动。
- 2、通知观察者即将要处理 Timer 事件。
- 3、通知观察者即将要处理 `source0` 事件。
- 4、处理 `source0` 事件。
- 5、如果基于端口的源(Source1)准备好并处于等待状态，进入步骤 9。
- 6、通知观察者线程即将进入休眠状态。
- 7、将线程置于休眠状态，由用户态切换到内核态，直到下面的任一事件发生才唤醒线程。

- 一个基于 `port` 的 `Source1` 的事件(图里应该是 `source0`)。
- 一个 `Timer` 到时间了。
- RunLoop 自身的超时时间到了。
- 被其他调用者手动唤醒。

8、通知观察者线程将被唤醒。

9、处理唤醒时收到的事件。

- 如果用户定义的定时器启动，处理定时器事件并重启 RunLoop。进入步骤 2。
- 如果输入源启动，传递相应的消息。
- 如果 RunLoop 被显示唤醒而且时间还没超时，重启 RunLoop。进入步骤 2

10、通知观察者 RunLoop 结束。

## 八、RunLoop 和线程

- 线程和 RunLoop 是一一对应的,其映射关系是保存在一个全局的 Dictionary 里
- 自己创建的线程默认是没有开启 RunLoop 的

### 1、怎么创建一个常驻线程？

- 1、为当前线程开启一个 RunLoop（第一次调用 [NSRunLoop currentRunLoop] 方法时实际是会先去创建一个 RunLoop）
- 2、向当前 RunLoop 中添加一个 Port/Source 等维持 RunLoop 的事件循环(如果 RunLoop 的 mode 中一个 item 都没有，RunLoop 会退出)
- 3、启动该 RunLoop

```
@autoreleasepool {  
  
    NSRunLoop *runLoop = [NSRunLoop currentRunLoop];  
  
    [[NSRunLoop currentRunLoop] addPort:[NSMachPort port] forMode:NSDefaultRunLoopMode];  
  
    [runLoop run];  
  
}
```

### 2、输出下边代码的执行顺序

```
NSLog(@"1");  
  
dispatch_async(dispatch_get_global_queue(0, 0), ^{  
  
    NSLog(@"2");  
  
    [self performSelector:@selector(test) withObject:nil afterDelay:10];  
  
    NSLog(@"3");  
});  
  
NSLog(@"4");  
  
- (void)test  
{  
  
    NSLog(@"5");  
}
```

答案是 1423，test 方法并不会执行。

原因是如果是带 afterDelay 的延时函数，会在内部创建一个 NSTimer，然后添加到当前线程的 RunLoop 中。也就是如果当前线程没有开启 RunLoop，该方法会失效。

那么我们改成：

```
dispatch_async(dispatch_get_global_queue(0, 0), ^{

    NSLog(@"2");

    [[NSRunLoop currentRunLoop] run];

    [self performSelector:@selector(test) withObject:nil afterDelay:10];

    NSLog(@"3");

});
```

然而 test 方法依然不执行。

原因是如果 RunLoop 的 mode 中一个 item 都没有，RunLoop 会退出。即在调用 RunLoop 的 run 方法后，由于其 mode 中没有添加任何 item 去维持 RunLoop 的时间循环，RunLoop 随即还是会退出。

所以我们自己启动 RunLoop，一定要在添加 item 后

```
dispatch_async(dispatch_get_global_queue(0, 0), ^{

    NSLog(@"2");

    [self performSelector:@selector(test) withObject:nil afterDelay:10];

    [[NSRunLoop currentRunLoop] run];

    NSLog(@"3");

});
```

### 3、怎样保证子线程数据回来更新 UI 的时候不中断用户的滑动操作？

当我们在子请求数据的同时滑动浏览当前页面，如果数据请求成功要切回主线程更新 UI，那么就会影响当前正在滑动的体验。

我们就可以将更新 UI 事件放在主线程的 NSDefaultRunLoopMode 上执行即可，这样就会等用户不再滑动页面，主线程 RunLoop 由 UITrackingRunLoopMode 切换到 NSDefaultRunLoopMode 时再去更新 UI

```
[self performSelectorOnMainThread:@selector(reloadData) withObject:nil waitUntilDone:NO modes:@[NSDefaultRunLoopMode]];
```

## 九、RunLoop 的数据结构

`NSRunLoop (Foundation)` 是 `CFRunLoop (CoreFoundation)` 的封装，提供了面向对象的 `API`。  
`RunLoop` 相关的主要涉及五个类：

`CFRunLoop`: `RunLoop` 对象

`CFRunLoopMode`: 运行模式

`CFRunLoopSource`: 输入源/事件源

`CFRunLoopTimer`: 定时源

`CFRunLoopObserver`: 观察者

### 1、CFRunLoop

由 `pthread`(线程对象，说明 `RunLoop` 和线程是一一对应的)、`currentMode`(当前所处的运行模式)、`modes`(多个运行模式的集合)、`commonModes`(模式名称字符串集合)、`commonModelItems`(`Observer`, `Timer`, `Source` 集合)构成

### 2、CFRunLoopMode

由 `name`、`source0`、`source1`、`observers`、`timers` 构成

### 3、CFRunLoopSource

分为 `source0` 和 `source1` 两种

- `source0`:  
即非基于 `port` 的，也就是用户触发的事件。需要手动唤醒线程，将当前线程从内核态切换到用户态
- `source1`:  
基于 `port` 的，包含一个 `mach_port` 和一个回调，可监听系统端口和通过内核和其他线程发送的消息，能主动唤醒 `RunLoop`，接收分发系统事件。  
具备唤醒线程的能力

### 4、CFRunLoopTimer

基于时间的触发器，基本上说的就是 `NSTimer`。在预设的时间点唤醒 `RunLoop` 执行回调。因为它是基于 `RunLoop` 的，因此它不是实时的（就是 `NSTimer` 是不准确的。因为 `RunLoop` 只负责分发源的消息。如果线程当前正在处理繁重的任务，就有可能导致 `Timer` 本次延时，或者少执行一次）。

### 5、CFRunLoopObserver

监听以下时间点:`CFRunLoopActivity`



- `kCFRunLoopEntry`  
RunLoop 准备启动
- `kCFRunLoopBeforeTimers`  
RunLoop 将要处理一些 Timer 相关事件
- `kCFRunLoopBeforeSources`  
RunLoop 将要处理一些 Source 事件
- `kCFRunLoopBeforeWaiting`  
RunLoop 将要进行休眠状态,即将由用户态切换到内核态
- `kCFRunLoopAfterWaiting`  
RunLoop 被唤醒,即从内核态切换到用户态后
- `kCFRunLoopExit`  
RunLoop 退出
- `kCFRunLoopAllActivities`  
监听所有状态

## 6、各数据结构之间的联系

线程和 `RunLoop` 一一对应, `RunLoop` 和 `Mode` 是一对多的, `Mode` 和 `source`、`timer`、`observer` 也是一对多的

## 十、RunLoop 概念

RunLoop 是通过内部维护的事件循环 (Event Loop) 来对事件/消息进行管理的一个对象。

- 1、没有消息处理时，休眠以避免资源占用，由用户态切换到内核态(CPU-内核态和用户态)
- 2、有消息需要处理时，立刻被唤醒，由内核态切换到用户态

为什么 main 函数不会退出？

```
int main(int argc, char * argv[]) {
    @autoreleasepool {
        return UIApplicationMain(argc, argv, nil, NSStringFromClass([AppDelegate class]));
    }
}
```

UIApplicationMain 内部默认开启了主线程的 RunLoop，并执行了一段无限循环的代码（不是简单的 for 循环或 while 循环）

```
//无限循环代码模式(伪代码)
int main(int argc, char * argv[]) {
    BOOL running = YES;
    do {
        // 执行各种任务,处理各种事件
        // .....
    } while (running);

    return 0;
}
```

UIApplicationMain 函数一直没有返回，而是不断地接收处理消息以及等待休眠，所以运行程序之后会保持持续运行状态。

## 十一、RunLoop 与 NSTimer

一个比较常见的问题：滑动 tableView 时，定时器还会生效吗？

默认情况下 RunLoop 运行在 kCFRunLoopDefaultMode 下，而当滑动 tableView 时，RunLoop 切换到 UITrackingRunLoopMode，而 Timer 是在 kCFRunLoopDefaultMode 下的，就无法接受处理 Timer 的事件。怎么去解决这个问题呢？把 Timer 添加到 UITrackingRunLoopMode 上并不能解决问题，因为这样在默认情况下就无法接受定时器事件了。

所以我们需要把 Timer 同时添加到 UITrackingRunLoopMode 和 kCFRunLoopDefaultMode 上。

那么如何把 timer 同时添加到多个 mode 上呢？就要用到 NSRunLoopCommonModes 了

```
[[NSRunLoop currentRunLoop] addTimer:timer forMode:NSRunLoopCommonModes];
```

Timer 就被添加到多个 mode 上，这样即使 RunLoop 由 kCFRunLoopDefaultMode 切换到 UITrackingRunLoopMode 下，也不会影响接收 Timer 事件

## 十二、讲一下 Observer ？

```
typedef CF_OPTIONS(CFOptionFlags, CFRunLoopActivity) {
    kCFRunLoopEntry           = (1UL << 0), // 即将进入 Loop
    kCFRunLoopBeforeTimers    = (1UL << 1), // 即将处理 Timer
    kCFRunLoopBeforeSources    = (1UL << 2), // 即将处理 Source
    kCFRunLoopBeforeWaiting    = (1UL << 5), // 即将进入休眠
    kCFRunLoopAfterWaiting     = (1UL << 6), // 刚从休眠中唤醒
    kCFRunLoopExit             = (1UL << 7), // 即将退出 Loop
};
```

## 十三、解释一下 NSTimer。

NSTimer 其实就是 CFRunLoopTimerRef，他们之间是 toll-free bridged 的。一个 NSTimer 注册到 RunLoop 后，RunLoop 会为其重复的时间点注册好事件。例如 10:00, 10:10, 10:20 这几个时间点。RunLoop 为了节省资源，并不会在非常准确的时间点回调这个 Timer。Timer 有个属性叫做 Tolerance (宽容度)，标示了当时间点到后，容许有多少最大误差。

如果某个时间点被错过了，例如执行了一个很长的任务，则那个时间点的回调也会跳过去，不会延后执行。就好比等公交，如果 10:10 时我忙着玩手机错过了那个点的公交，那我只能等 10:20 这一趟了。

CADisplayLink 是一个和屏幕刷新率一致的定时器（但实际实现原理更复杂，和 NSTimer 并不一样，其内部实际是操作了一个 Source）。如果在两次屏幕刷新之间执行了一个长任务，那其中就会有一帧被跳过去（和 NSTimer 相似），造成界面卡顿的感觉。在快速滑动 TableView 时，即使一帧的卡顿也会让用户有所察觉。Facebook 开源的 AsyncDisplayLink 就是为了解决界面卡顿的问题，其内部也用到了 RunLoop

## 十四、解释一下 事件响应 的过程？

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 `_IOHIDEventSystemClientQueueCallback()`。

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 `IOHIDEvent` 事件并由 `SpringBoard` 接收。这个过程的具体情况可以参考[这里](#)。`SpringBoard` 只接收按键(锁屏/静音等)，触摸，加速，接近传感器等几种 `Event`，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 `IOHIDEvent` 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。通常事件比如 `UIButton` 点击、`touchesBegin/Move/End/Cancel` 事件都是在这个回调中完成的。

## 十五、解释一下 手势识别 的过程？

当上面的 `_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。

当有 `UIGestureRecognizer` 的变化(创建/销毁/状态改变)时，这个回调都会进行相应处理。

## 十六、利用 `runloop` 解释一下页面的渲染的过程？

当我们调用 `[UIView setNeedsDisplay]` 时，这时会调用当前 `View.layer` 的 `[view.layer setNeedsDisplay]` 方法。

这等于给当前的 `layer` 打上了一个脏标记，而此时并没有直接进行绘制工作。而是会到当前的 `RunLoop` 即将休眠，也就是 `beforeWaiting` 时才会进行绘制工作。

紧接着会调用 `[CALayer display]`，进入到真正绘制的工作。`CALayer` 层会判断自己的 `delegate` 有没有实现异步绘制的代理方法 `displayer:`，这个代理方法是异步绘制的入口，如果没有实现这个方法，那么会继续进行系统绘制的流程，然后绘制结束。

`CALayer` 内部会创建一个 `Backing Store`，用来获取图形上下文。接下来会判断这个 `layer` 是否有 `delegate`。

如果有的话，会调用 `[layer.delegate drawLayer:inContext:]`，并且会返回给我们 `[UIView DrawRect:]` 的回调，让我们在系统绘制的基础之上再做一些事情。

如果没有 `delegate`，那么会调用 `[CALayer drawInContext:]`。

以上两个分支，最终 `CALayer` 都会将位图提交到 `Backing Store`，最后提交给 `GPU`。

至此绘制的过程结束。

## 十七、什么是异步绘制？

异步绘制，就是可以在子线程把需要绘制的图形，提前在子线程处理好。将准备好的图像数据直接返给主线程使用，这样可以降低主线程的压力。

### 异步绘制的过程

要通过系统的 `[view.delegate displayLayer:]` 这个入口来实现异步绘制。

- 代理负责生成对应的 `Bitmap`
- 设置该 `Bitmap` 为 `layer.contents` 属性的值。