09-无侵入的埋点方案如何实现？

你好，我是戴铭。

在iOS开发中，埋点可以解决两大类问题：一是了解用户使用App的行为，二是降低分析线上问题的难度。目前，iOS开发中常见的埋点方式，主要包括代码埋点、可视化埋点和无埋点这三种。

- 代码埋点主要就是通过手写代码的方式来埋点，能很精确的在需要埋点的代码处加上埋点的代码，可以很方便地记录当前环境的变量值，方便调试，并跟踪埋点内容，但存在开发工作量大，并且埋点代码到处都是，后期难以维护等问题。
- 可视化埋点，就是将埋点增加和修改的工作可视化了，提升了增加和维护埋点的体验。
- 无埋点，并不是不需要埋点，而更确切地说是“全埋点”，而且埋点代码不会出现在业务代码中，容易管理和维护。它的缺点在于，埋点成本高，后期的解析也比较复杂，再加上view_path的不确定性。所以，这种方案并不能解决所有的埋点需求，但对于大量通用的埋点需求来说，能够节省大量的开发和维护成本。

在这其中，可视化埋点和无埋点，都属于是无侵入的埋点方案，因为它们都不需要在工程代码中写入埋点代码。所以，采用这样的无侵入埋点方案，既可以做到埋点被统一维护，又可以实现和工程代码的解耦。

接下来，我们就通过今天这篇文章，一起来分析一下无侵入埋点方案的实现问题吧。

运行时方法替换方式进行埋点

我们都知道，在iOS开发中最常见的三种埋点，就是对页面进入次数、页面停留时间、点击事件的埋点。对于这三种常见情况，我们都可以通过运行时方法替换技术来插入埋点代码，以实现无侵入的埋点方法。具体的实现方法是：先写一个运行时方法替换的类SMHook，加上替换的方法 hookClass:fromSelector:toSelector，代码如下：

```
#import "SMHook.h"
#import <objc/runtime.h>

@implementation SMHook

+ (void)hookClass:(Class)classObject fromSelector:(SEL)fromSelector toSelector:(SEL)toSelector {
    Class class = classObject;
    // 得到被替换类的实例方法
    Method fromMethod = class_getInstanceMethod(class, fromSelector);
    // 得到替换类的实例方法
    Method toMethod = class_getInstanceMethod(class, toSelector);

    // class_addMethod 返回成功表示被替换的方法没实现，然后会通过 class_addMethod 方法先实现；返回失败则表示被替换方法已
    if(class_addMethod(class, fromSelector, method_getImplementation(toMethod), method_getTypeEncoding(toMe
     // 进行方法的替换
        class_replaceMethod(class, toSelector, method_getImplementation(fromMethod), method_getTypeEncoding
    } else {
     // 交换 IMP 指针
        method_exchangeImplementations(fromMethod, toMethod);
    }

}

@end
```

这个方法利用运行时 method_exchangeImplementations 接口将方法的实现进行了交换，原方法调用时就会被 hook 住，从而去执行指定的方法。

页面进入次数、页面停留时间都需要对 UIViewController 生命周期进行埋点，你可以创建一个 UIViewController 的 Category，代码如下：

```
@implementation UIViewController (logger)
+ (void)load {
    static dispatch_once_t onceToken;
    dispatch_once(&onceToken, ^{
        // 通过 @selector 获得被替换和替换方法的 SEL，作为 SMHook:hookClass:fromeSelector:toSelector 的参数传入
        SEL fromSelectorAppear = @selector(viewWillAppear:);
        SEL toSelectorAppear = @selector(hook_viewWillAppear:);
        [SMHook hookClass:self fromSelector:fromSelectorAppear toSelector:toSelectorAppear];

        SEL fromSelectorDisappear = @selector(viewWillDisappear:);
        SEL toSelectorDisappear = @selector(hook_viewWillDisappear:);

        [SMHook hookClass:self fromSelector:fromSelectorDisappear toSelector:toSelectorDisappear];
    });
}

- (void)hook_viewWillAppear:(BOOL)animated {
    // 先执行插入代码，再执行原 viewWillAppear 方法
    [self insertToViewWillAppear];
    [self hook_viewWillAppear:animated];
}
- (void)hook_viewWillDisappear:(BOOL)animated {
    // 执行插入代码，再执行原 viewWillDisappear 方法
    [self insertToViewWillDisappear];
    [self hook_viewWillDisappear:animated];
}

- (void)insertToViewWillAppear {
    // 在 ViewWillAppear 时进行日志的埋点
    [[[[SMLogger create]
       message:[NSString stringWithFormat:@"%@ Appear",NSStringFromClass([self class])]]
      classify:ProjectClassifyOperation]
     save];
}
- (void)insertToViewWillDisappear {
    // 在 ViewWillDisappear 时进行日志的埋点
    [[[[SMLogger create]
       message:[NSString stringWithFormat:@"%@ Disappear",NSStringFromClass([self class])]]
      classify:ProjectClassifyOperation]
     save];
}
@end
```

可以看到，Category 在 +load() 方法里使用了 SMHook 进行方法替换，在替换的方法里执行需要埋点的方法 [self insertToViewWillAppear]。这样的话，每个 UIViewController 生命周期到了 ViewWillAppear 时都会去执行 insertToViewWillAppear 方法。

那么，我们要怎么区别不同的 UIViewController 呢？我一般采取的做法都是，使用NSStringFromClass([self class]) 方法来取类名。这样，我就能够通过类名来区别不同的UIViewController了。

对于点击事件来说，我们也可以通过运行时方法替换的方式进行无侵入埋点。这里最主要的工作是，找到这个点击事件的方法 sendAction:to:forEvent:，然后在 +load() 方法使用 SMHook 替换成为你定义的方法。完整代码实现如下：

```
+ (void)load {
    static dispatch_once_t onceToken;
    dispatch_once(&onceToken, ^{
        // 通过 @selector 获得被替换和替换方法的 SEL，作为 SMHook:hookClass:fromeSelector:toSelector 的参数传入
        SEL fromSelector = @selector(sendAction:to:forEvent:);
        SEL toSelector = @selector(hook_sendAction:to:forEvent:);
        [SMHook hookClass:self fromSelector:fromSelector toSelector:toSelector];
    });
}

- (void)hook_sendAction:(SEL)action to:(id)target forEvent:(UIEvent *)event {
    [self insertToSendAction:action to:target forEvent:event];
    [self hook_sendAction:action to:target forEvent:event];
}
- (void)insertToSendAction:(SEL)action to:(id)target forEvent:(UIEvent *)event {
    // 日志记录
    if ([[[event allTouches] anyObject] phase] == UITouchPhaseEnded) {
        NSString *actionString = NSStringFromSelector(action);
        NSString *targetName = NSStringFromClass([target class]);
        [[[SMLogger create] message:[NSString stringWithFormat:@"%@ %@",targetName,actionString]] save];
    }
}
```

和 UIViewController 生命周期埋点不同的是，UIButton 在一个视图类中可能有多个不同的继承类，相同 UIButton 的子类在不同视图类的埋点也要区别开。所以，我们需要通过 “action 选择器名 NSStringFromSelector(action)” +“视图类名 NSStringFromClass([target class])”组合成一个唯一的标识，来进行埋点记录。

除了UIViewController、UIButton控件以外，Cocoa 框架的其他控件都可以使用这种方法来进行无侵入埋点。以 Cocoa 框架中最复杂的 UITableView 控件为例，你可以使用hook setDelegate 方法来实现无侵入埋点。另外，对于Cocoa 框架中的手势事件（Gesture Event），我们也可以通过hook initWithTarget:action: 方法来实现无侵入埋点。

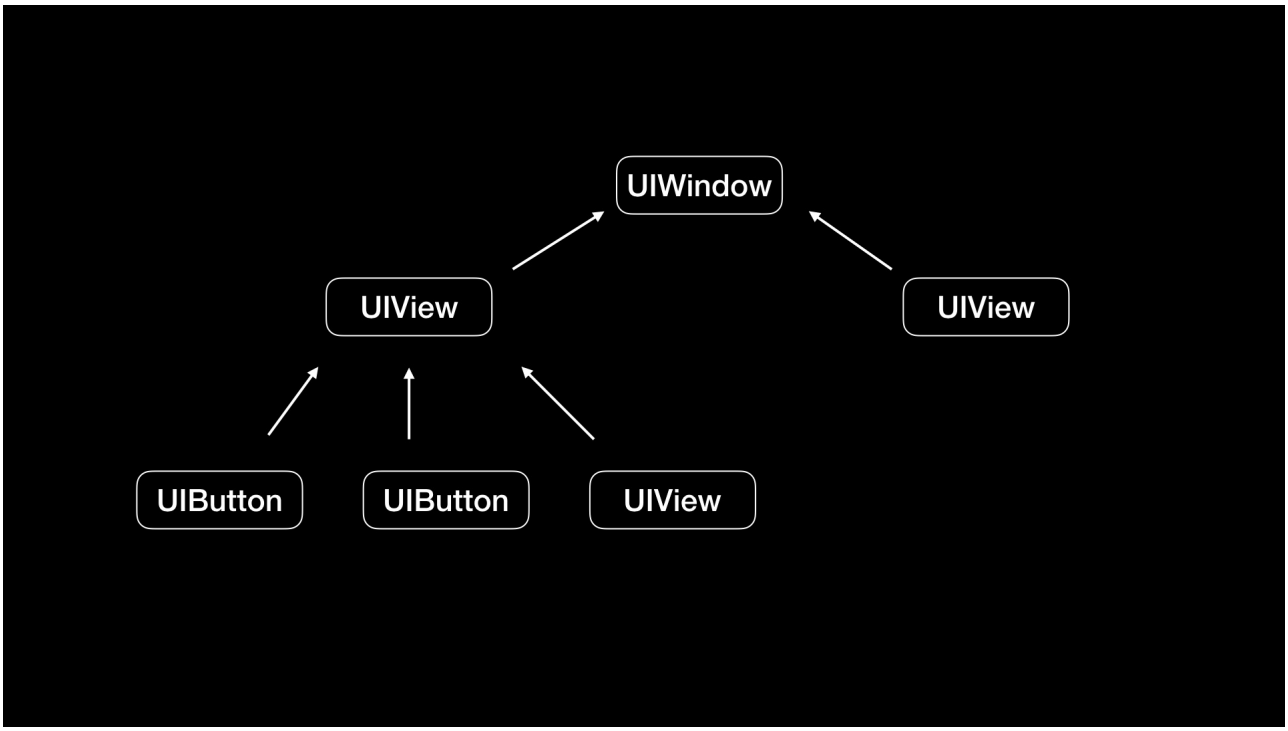
事件唯一标识

通过运行时方法替换的方式，我们能够 hook 住所有的 Objective-C 方法，可以说是大而全了，能够帮助我们解决绝大部分的埋点问题。

但是，这种方案的精确度还不够高，还无法区分相同类在不同视图树节点的情况。比如，一个视图下相同 UIButton 的不同实例，仅仅通过 “action 选择器名”+“视图类名”的组合还不能够区分开。这时，我们就需要有一个唯一标识来区分不同的事件。接下来，我就跟你说说**如何制定出这个唯一标识**。

这时，我首先想到的就是，能不能通过视图层级的路径来解决这个问题。因为每个页面都有一个视图树结

构，通过视图的 superview 和 subviews 的属性，我们就能够还原出每个页面的视图树。视图树的顶层是 UIWindow，每个视图都在树的子节点上。如下图所示：



一个视图下的子节点可能是同一个视图的不同实例，比如上图中 UIView 视图节点下的两个 UIButton 是同一个类的不同实例，所以光靠视图树的路径还是没法唯一确定出视图的标识。那么，这种情况下，我们又应该如何区别不同的视图呢？

这时，我们想到了索引：每个子视图在父视图中都会有自己的索引，所以如果我们再加上这个索引的话，每个视图的标识就是唯一的了。

接下来的一个问题是，视图层级路径加上在父视图中的索引来进行唯一标识，是不是就能够涵盖所有情况了呢？

当然不是。我们还需要考虑类似 UITableViewCell 这种具有可复用机制的视图，Cell 会在页面滚动时不断复用，所以加索引的方式还是没法用。

但这个问题也并不是无解的。UITableViewCell 需要使用 indexPath，这个值里包含了 section 和 row 的值。所以，我们可以通过 indexPath 来确定每个 Cell 的唯一性。

除了 UITableViewCell 这种情况之外， UIAlertController也比较特殊。它的特殊性在于视图层级的不固定，因为它可能出现在任何页面中。但是，我们都知道它的功能区分往往通过弹窗内容来决定，所以可以通过内容来确定它的唯一标识。

除此之外，还有更多需要特殊处理的情况，但我们总是可以通过一些办法去确定它们的唯一性，所以我在这里也就不再一一列举了。思路上来说就是，想办法找出元素间不相同的因素然后进行组合，最后形成一个能够区别于其他元素的标识来。

除了上面提到的这些特殊情况外，还有一种情况使得我们也难以得到准确的唯一标识。如果视图层级在运行时会被更改，比如执行 insertSubView:atIndex:、removeFromSuperView 等方法时，我们也无法得到唯一标识，即使只截取部分路径也无法保证后期代码更新时不会动到这个部分。就算是运行时视图层级不会修

改，以后需求迭代页面更新频繁的话，视图唯一标识也需要同步的更新维护。

这种问题就不好解决了，事件唯一标识的准确性难以保障，这也是通过运行时方法替换进行无侵入埋点很难在各个公司全面铺开的原因。虽然无侵入埋点无法覆盖到所有情况，全面铺开面临挑战，但是无侵入埋点还是解决了大部分的埋点需求，也节省了大量的人力成本。

小结

今天这篇文章，我与你分享了运行时替换方法进行无侵入埋点的方案。这套方案由于唯一标识难以维护和准确性难以保障的原因，很难被全面采用，一般都只是用于一些功能和视图稳定的地方，手动侵入式埋点方式依然占据大部分场景。

无侵入埋点也是业界一大难题，目前还只是初级阶段，还有很长的路要走。我认为，运行时替换方法的方式也只是一种尝试，但是现实中业务代码太过复杂。同时，为了使无侵入的埋点能够覆盖得更全、准确度更高，代价往往是对埋点所需的标识维护成本不断增大。

所以说，我觉得这种方案并不一定是未来的方向。我倒是觉得使用 Clang AST 的接口，在构建时遍历 AST，通过定义的规则将所需要的埋点代码直接加进去，可能会更加合适。这时，我们可以使用前一篇文章“如何利用 Clang 为 App 提质？”中提到的 LibTooling 来开发一个独立的工具，专门以静态方式插入埋点代码。这样做，既可以享受到手动埋点的精确性，还能够享受到无侵入埋点方式的统一维护、开发解耦、易维护的优势。

课后作业

今天我和你具体说了下 UIViewController 生命周期和 UIButton 点击事件的无侵入埋点方式，并给了具体的实现代码。那么，对于 UITableViewCell 点击事件的无侵入埋点，应该怎么来实现的代码，就当做一个课后小作业留给你来完成吧。

感谢你的收听，欢迎你在评论区给我留言分享你的观点，也欢迎把它分享给更多的朋友一起阅读。

精选留言：

- 小前端 2019-03-30 10:39:40
  感觉这篇文章适合做原理讲解，实用性不大。实际业务场景中会需要抓取页面id，控件id，控件内容,事件类型，埋点类型(比如曝光还是事件)，很复杂的，而这些信息都需要在具体的业务中获取。至少本文这套理论是做不到的。运营和产品也不会按照什么view path来分析结果。 [27赞]

  作者回复2019-04-03 22:27:53
  客户端只能负责采集数据，采集的数据到了服务端，还需要进行功能标注。关于业务数据依赖在服务端做关联，不过标注的内容维护成本依然很大，对于客户端开发人员来说是减轻了工作量，而工作量转接到了维护标注的人那。

- 鹏哥 2019-04-01 08:04:32
  交换方法的代码有的说放在load方法，有的说放在load方法里面影响了启动速度，应该移到initalize方法中，所以，老师，你怎么看的？ [8赞]

- 张蒙 2019-03-30 10:16:20
  利用Aspects，实现面向横切编程，在加上资源增量更新可以实现动态无痕埋点。 [4赞]

- Geek_d4991f 2019-04-03 11:50:45
  建议可以读下mixpanel，基本市面上的全埋点、无埋点都是基于此方案的优化，不过mixpanel的hook存在递归无法退出问题，需要优化 [3赞]

- drunkenMouse 2019-03-31 21:11:11
  1.为什么不把+load方法移到initalize？既然是单例的话，不用担心子类调用父类的重复调用吧？
  2.为什么不建一个基于UIViewController的基类，然后重写ViewWillAppear与ViewDidAppear？只要保证所有的UIViewController都继承这个基类就可以的吧。
  [3赞]

  作者回复2019-04-02 17:54:18
  实际工程可以这么做，没有问题的

- 筮琼 2019-03-30 09:54:16
  戴老师，你好，当我有两个类扩展，都通过运行时交换了ViewWillAppear方法，此时会崩溃，请问这个改如何避免，这个崩溃是必然的吗？还是由于我加入扩展的顺序导致的？ [2赞]

  作者回复2019-03-30 18:22:03
  需要避免 hook 冲突

- 🐰先生 2019-04-10 17:01:57
  给button 或者其他View 埋点的时候，可不可以通过给这个Button设置 Tag值，来达到唯一标识的目的 [1赞]

  作者回复2019-04-13 15:23:07
  关键是 tag 映射说明表的维护成本还是有的

- 怪兽 2019-04-03 18:36:24
  有两个问题请教：
  1.事件唯一标识：子视图在父视图中的索引怎么获取
  2.统计到数据后怎么根据这个事件唯一标识分析数据，大数据分析师怎么知道这个唯一标识是哪个业务按钮或业务事件 [1赞]

作者回复2019-04-03 22:20:56
1.subviews 遍历索引
2.在后台标注，可以配合测试过程中上传截图做匹配。

- 家有萌柴fries 2019-04-02 18:51:54
“我倒是觉得使用 Clang AST 的接口，在构建时遍历在构建时遍历 AST，通过定义的规则将所需要的埋点代码直接加”，这个会在之后的文章再具体介绍介绍么？ [1赞]

作者回复2019-04-03 17:59:23
会的

- Geek_7610d3f0e3f8 2019-04-17 16:11:07
有关手势事件埋点，你说的是hook init(target:action)方法，如果调用者是通过gesture.add(target:action)方式添加，你能监听到相关手势嘛？能否hook UIView的addgesture方法呢？

- hao 2019-04-15 17:01:20
而实际情况是，业务复杂的 App 轻轻松松就超过了 60MB。虽然我们可以通过静态库转动态库的方式来快速避免这个限制，但是静态库转动态库后，动态库的大小差不多会增加一倍，这样 150MB 的限制就更难守住。

提问：这句话的理解是，使用动态库会增大安装包体积？

能解答一下吗

- 宇文 2019-04-03 17:39:21
这种方法并不能兜住所有的场景，实际开发中，可能还会要求一个Event事件关联不同的状态值，运营和产品也不会通过view Path去分析用户行为，同时还得考虑两端的开发

- 自由无用 2019-04-02 21:09:03
控件复用就不好弄了，还是手动老实点比较好

- ssala 2019-04-02 13:42:59
埋点如果要携带业务数据的话，本身就是一件很复杂很特化的问题了，除了手动埋点以外没有更好的方式，硬是把无埋点这套逻辑往上套的话，除了徒增复杂度以外，没什么好处。

- 三件事 2019-04-01 22:19:11
老师可否总结讲解一下实现一个埋点SDK库的设计思路和主要的问题？

- 元 2019-04-01 19:58:28
编程过程中还是尽量少用runtime，不能作为优先选择的方案，不然工程对程序员的要求会越来越高。

- Geek_de8948 2019-04-01 18:57:59
一直觉得采用切面编程实现埋点都是理论上，实际是不可行的。
因为如果项目集成bugly这种第三方sdk时，他们也是切面，你埋掉也切，这种相互各种交换方法系统方面，肯定会导致一个失效。
这个问题困扰了很久，不知道老师咋看。
比如我现在项目由于早期就使用了bugly，导致我现在就不敢随意切。

作者回复2019-04-02 17:52:15

是的，从发展来看，通过 Clang 打桩可能更适合

- 李乾坤David 2019-04-01 15:43:02
load方法不是会增加启动时间吗？

- 陈庆明 2019-04-01 12:24:00
在 `- (void)tableView:(UITableView *)tableView didSelectRowAtIndexPath:(NSIndexPath *)indexPath` 方法中打个断点，然后观察调用栈会发现在调用该方法是由一个私有方法 `-[UITableView _selectRowAtIndexPath:animated:scrollPosition:notifyDelegate:]` 调用的(没有严谨调查过，不确定有没有其它条件分支，假设都是由该方法调用的)，那么就可以通过 `[SMHook hookClass:self fromSelector:@selector(_selectRowAtIndexPath:animated:scrollPosition:notifyDelegate:) toSelector:@selector(...)];` 给 Cell 点击事件埋点了。但有个问题就是不确定 `-[UITableView _selectRowAtIndexPath:animated:scrollPosition:notifyDelegate:]` 的参数类型和返回类型，可以通过 runtime 的 `method_getTypeEncoding` 方法获取到该方法的参数类型描述为 "v40@0:8@16B24q28B36"，也就是 "v40(Void) @0(self) :8(SEL) B24(BOOL) q28(enum) B36(BOOL)"，所以 `- (void)hook_selectRowAtIndexPath:(NSIndexPath *)indexPath animated:(BOOL)animated scrollPosition:(UITableViewScrollPosition)position notifyDelegate:(BOOL)notifyDelegate`

- 痞子胡 2019-04-01 09:35:13
之前有做过无痕埋点的技术探究。利用这种方案，hook之后和业务数据的绑定其实也需要很大的改造，相比于传统的打点方案有更多的坑需要去解决。