

03-AutoLayout是怎么进行自动布局的，性能如何？

你好，我是戴铭。今天我来跟你聊下 Auto Layout。

Auto Layout，是苹果公司提供的一个基于约束布局，动态计算视图大小和位置的库，并且已经集成到了 Xcode 开发环境里。

在引入 Auto Layout 这种自动布局方式之前，iOS 开发都是采用手动布局的方式。而手动布局的方式，原始落后、界面开发维护效率低，对从事过前端开发的人来说更是难以适应。所以，苹果需要提供更好的界面引擎来提升开发者的体验，Auto Layout 随之出现。

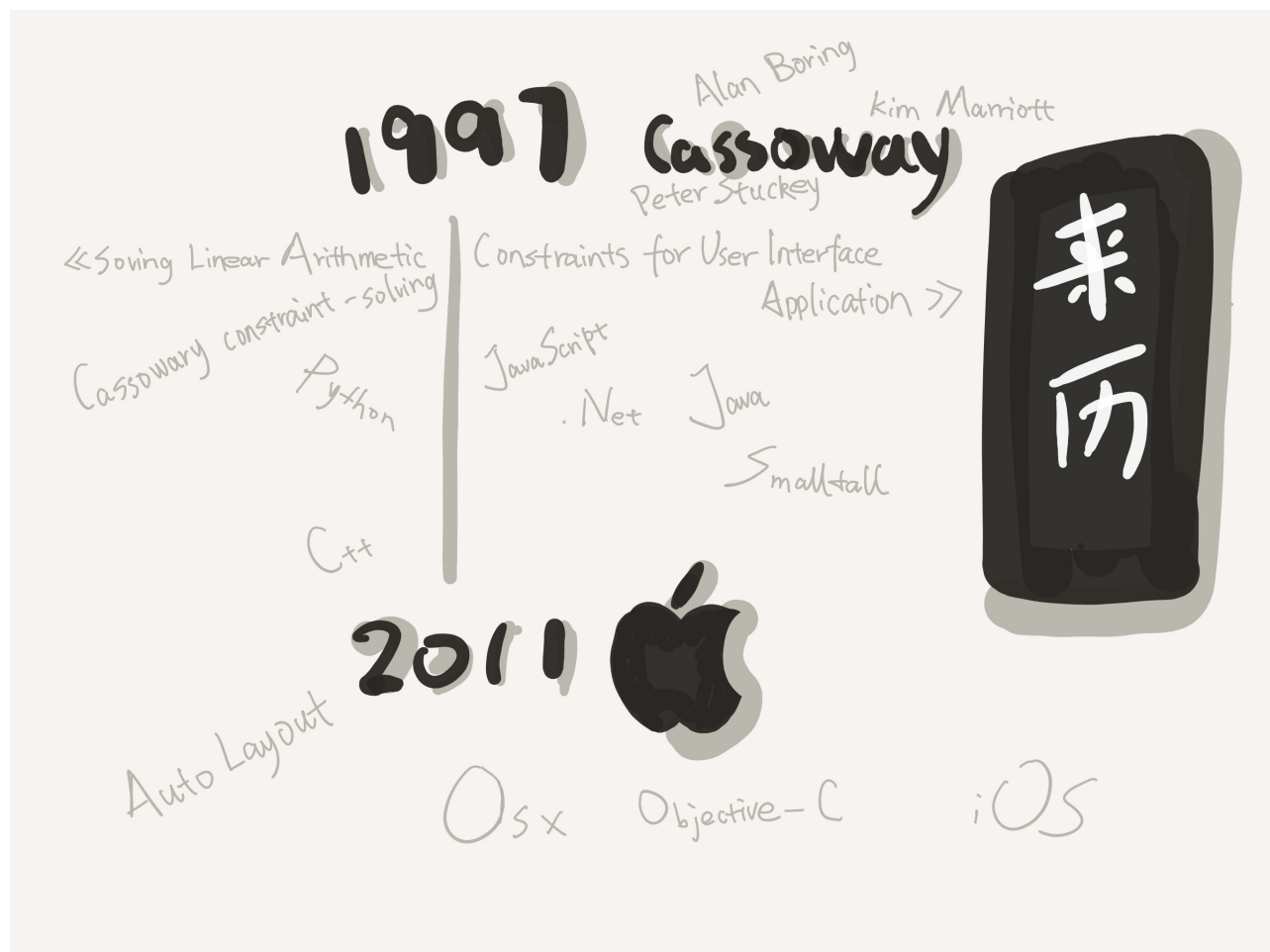
苹果公司早在 iOS 6 系统时就引入了 Auto Layout，但是直到现在还有很多开发者迟迟不愿使用它，其原因就在于对其性能的担忧。即使后来，苹果公司推出了在 Auto Layout 基础上模仿前端 Flexbox 布局思路的 UIStackView 工具，提高了开发体验和效率，也无法解除开发者们对其性能的顾虑。

那么，Auto Layout 到底是如何实现自动布局的，这种布局算法真的会影响性能吗？

另外，苹果公司在 WWDC 2018 的“[WWDC 220 Session High Performance Auto Layout](#)” Session 中介绍说：iOS 12 将大幅提高 Auto Layout 性能，使滑动达到满帧，这又是如何做到的呢？你是应该选择继续手动布局还是选择 Auto Layout 呢？

就着这三个问题，我们就来详细聊聊 Auto Layout 吧。

Auto Layout 的来历



上图记录了两个时间点：

- 一个是1997年，Auto Layout 用到的布局算法 Cassowary 被发明了出来；
- 另一个是2011年，苹果公司将 Cassowary 算法运用到了自家的布局引擎 Auto Layout 中。

Cassowary 能够有效解析线性等式系统和线性不等式系统，用来表示用户界面中那些相等关系和不等关系。基于此，Cassowary 开发了一种规则系统，通过约束来描述视图间的关系。约束就是规则，这个规则能够表示出一个视图相对于另一个视图的位置。

由于 Cassowary 算法让视图位置可以按照一种简单的布局思路来写，这些简单的相对位置描述可以在运行时动态地计算出视图具体的位置。视图位置的写法简化了，界面相关代码也就更易于维护。苹果公司也是看重了这一点，将其引入到了自己的系统中。

Cassowary 算法由 Alan Borning、Kim Marriott、Peter Stuckey 等人在“[Solving Linear Arithmetic Constraints for User Interface Applications](#)”论文中提出的，为了能方便开发者更好地理解这个算法，并将其运用到更多的开发语言中，作者还将代码发布到了他们搭建的 [Cassowary 网站](#)上。

由于 Cassowary 算法本身的先进性，更多的开发者将 Cassowary 运用到了各个开发语言中，比如 JavaScript、.NET、Java、Smalltalk、C++都有对应的库。

Auto Layout 的生命周期

Auto Layout 不只有布局算法 Cassowary，还包含了布局在运行时的生命周期等一整套布局引擎系统，用来统一管理布局的创建、更新和销毁。了解 Auto Layout 的生命周期，是理解它的性能相关话题的基础。这样，在遇到问题，特别是性能问题时，我们才能从根儿上找到原因，从而避免或改进类似的问题。

这一整套布局引擎系统叫作 Layout Engine，是 Auto Layout 的核心，主导着整个界面布局。

每个视图在得到自己的布局之前，Layout Engine 会将视图、约束、优先级、固定大小通过计算转换成最终的大小和位置。在 Layout Engine 里，每当约束发生变化，就会触发 Deferred Layout Pass，完成后进入监听约束变化的状态。当再次监听到约束变化，即进入下一轮循环中。整个过程如下图所示：

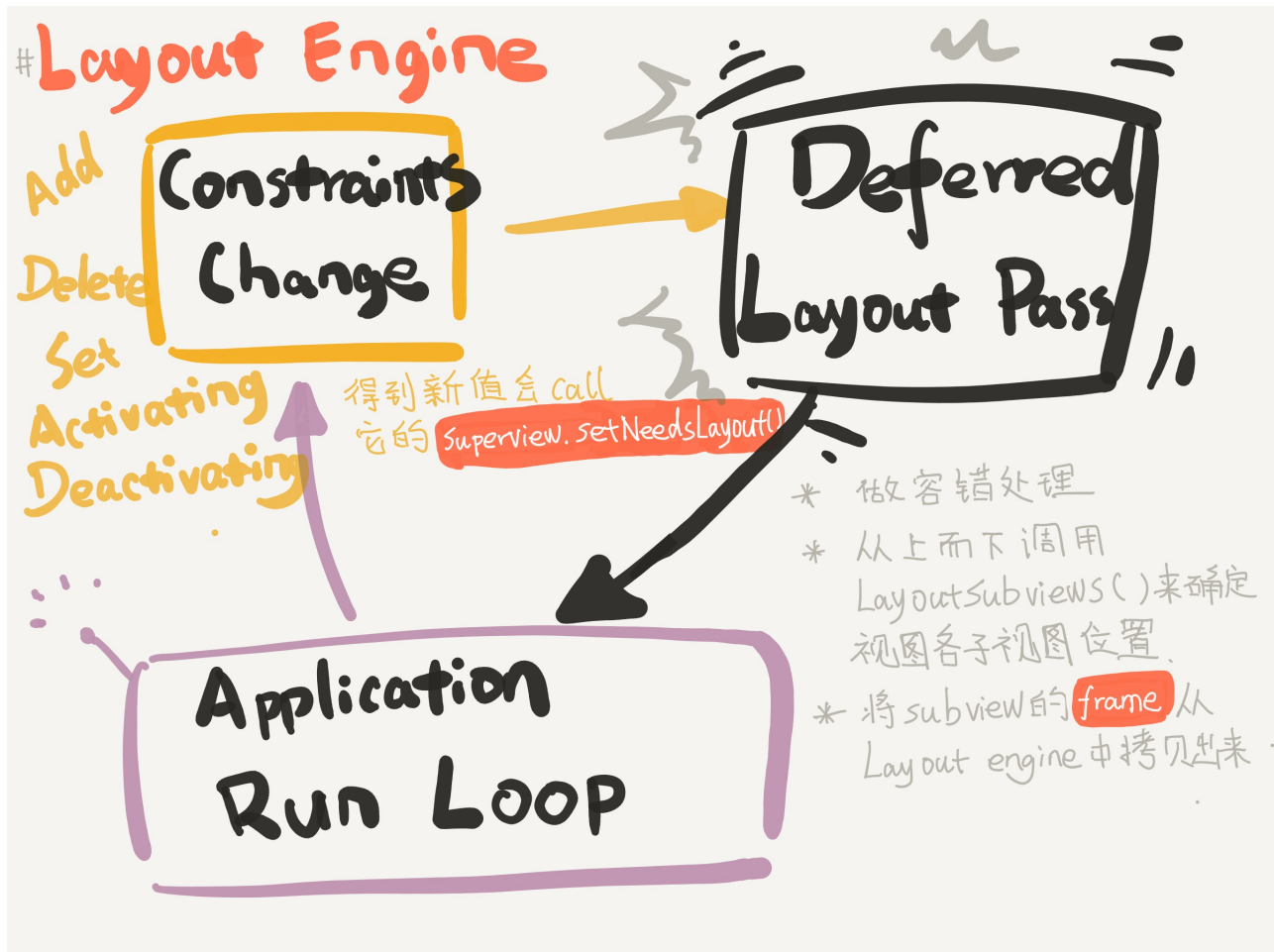


图2 Layout Engine界面布局过程

图中，Constraints Change 表示的就是约束变化，添加、删除视图时会触发约束变化。Activating 或 Deactivating，设置 Constant 或 Priority 时也会触发约束变化。Layout Engine 在碰到约束变化后会重新计算布局，获取到布局后调用 `Superview.setNeedsLayout()`，然后进入 Deferred Layout Pass。

Deferred Layout Pass的主要作用是做容错处理。如果有些视图在更新约束时没有确定或缺失布局声明的话，会先在这里做容错处理。

接下来，Layout Engine会从上到下调用 `layoutSubviews()`，通过 Cassowary 算法计算各个子视图的位置，算出来后将子视图的 frame 从 Layout Engine 里拷贝出来。

在这之后的处理，就和手写布局的绘制、渲染过程一样了。所以，使用 Auto Layout 和手写布局的区别，就是多了布局上的这个计算过程。那么，多的这个 Cassowary 布局，就是在iOS 12 之前影响 Auto Layout 性能的原因吗？

接下来，我就跟你分析下 Auto Layout 的性能问题。

Auto Layout 性能问题

Auto Layout的性能是否有问题，我们先看看苹果公司自己是怎么说的吧。

Nested Views

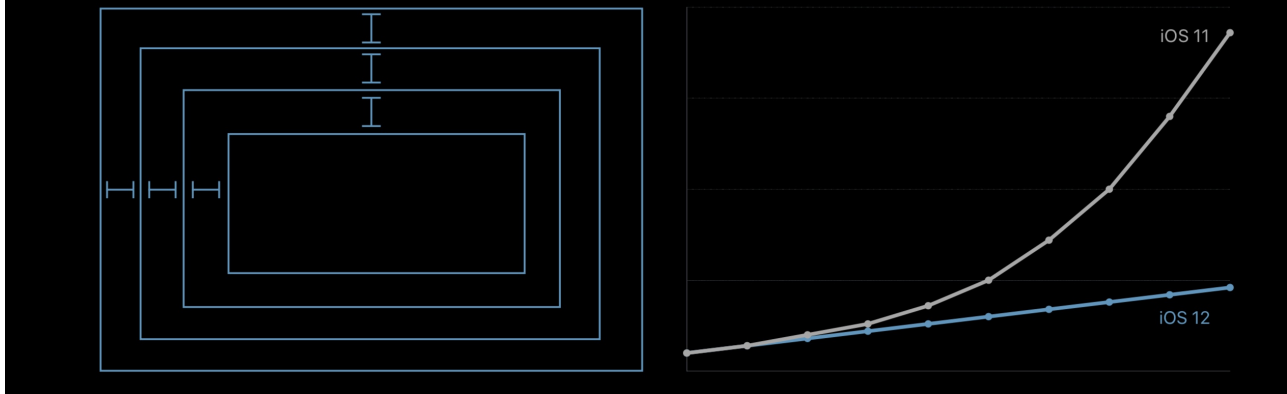


图3 Auto Layout 在 iOS 12 中优化后的表现

上图是 WWDC 2018 中 [202 Session](#) 里讲到的 Auto Layout 在 iOS 12 中优化后的表现。可以看到，优化后的性能，已经基本和手写布局一样可以达到性能随着视图嵌套的数量呈线性增长了。而在此之前的 Auto Layout，视图嵌套的数量对性能的影响是呈指数级增长的。

所以，你说 Auto Layout 对性能影响能大不大呢。但是，这个锅应该由 Cassowary 算法来背吗？

在 1997 年时，Cassowary 是以高效的界面线性方程求解算法被提出来的。它解决的是界面的线性规划问题，而线性规划问题的解法是 [Simplex 算法](#)。单从 Simplex 算法的复杂度来看，多数情况下是没有指数时间复杂度的。而 Cassowary 算法又是在 Simplex 算法基础上对界面关系方程进行了高效的添加、修改更新操作，不会带来时间复杂度呈指数级增长的问题。

那么，如果 Cassowary 算法本身没有问题的话，问题就只可能是苹果公司在 iOS 12 之前在某些情况下没有用好这个算法。

接下来，我们再看一下 WWDC 2018 中 202 Session 的 Auto Layout 在兄弟视图独立开布局的情况。

Independent Sibling Views

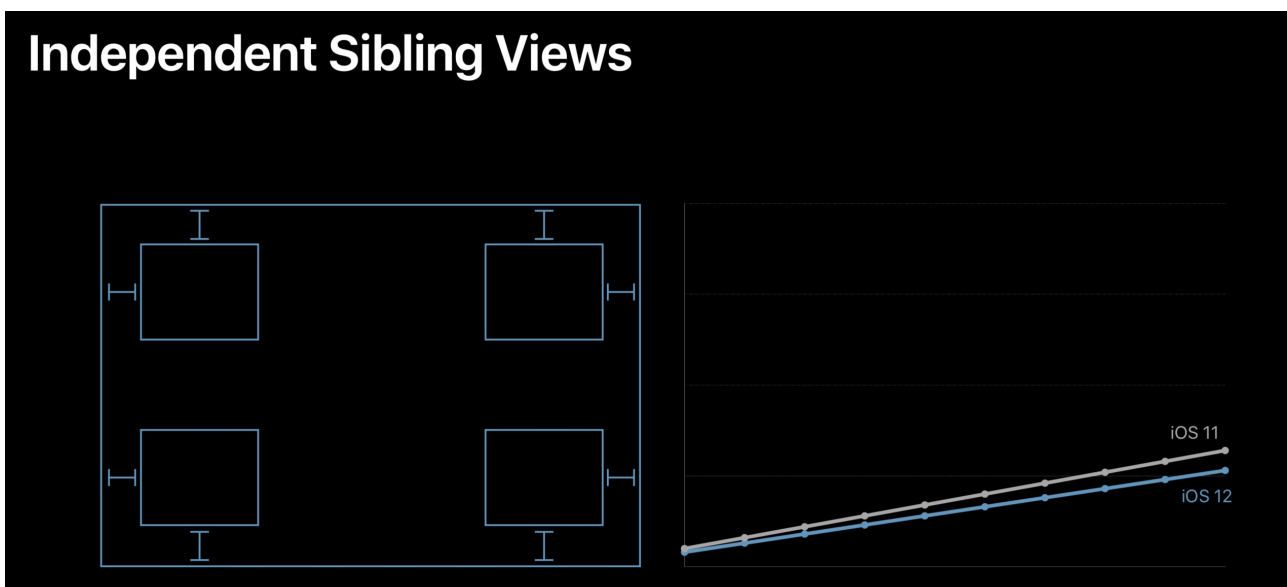


图4 Auto Layout 在兄弟视图独立开布局的情况

可以看到，兄弟视图之间没有关系时，是不会出现性能呈指数增加问题的。这就表示 Cassowary 算法在添加时是高效的。但如果兄弟视图间有关系的话，在视图遍历时会不断处理和兄弟视图间的关系，这时会有修改更新计算。

由此可以看出，Auto Layout 并没有用上 Cassowary 高效修改更新的特性。

实际情况是，iOS 12 之前，很多约束变化时都会重新创建一个计算引擎 NSISEngine 将约束关系重新加进来，然后重新计算。结果就是，涉及到的约束关系变多时，新的计算引擎需要重新计算，最终导致计算量呈指数级增加。

更详细的讲解，你可以参考 WWDC 2018 中 202 Session 的内容，里面完整地分析了以前的问题，以及 iOS12 的解法。

总体来说，iOS12 的 Auto Layout 更多地利用了 Cassowary 算法的界面更新策略，使其真正完成了高效的界面线性策略计算。

那么，明确了 iOS 12 使得 Auto Layout 具有了和手写布局几乎相同的高性能后，你是不是可以放心地使用 Auto Layout 了呢？

答案是肯定的。

如果你是一名手写布局的 iOS 开发者，这是你投入 Auto Layout 布局开发的最佳时机。

使用 Auto Layout 一定要注意多使用 Compression Resistance Priority 和 Hugging Priority，利用优先级的设置，让布局更加灵活，代码更少，更易于维护。

最后，为了更好地使用 Auto Layout，我再来和你说说如何提高它的易用性。

Auto Layout 的易用性

除了性能这个心结外，很多开发者直到现在还不愿意使用 Auto Layout 的另一个原因，据我了解就是它还存在原生写法不易用的问题。

苹果公司其实也考虑到了这点。所以，苹果公司后来又提供了 VFL (Visual Format Language) 这种 DSL (Domain Specific Language，中文可翻译为“领域特定语言”) 语言来简化 Auto Layout 的写法。

本质上，Auto Layout 只是一种最基础的布局思路。在前端出现了 Flexbox 这种高级的响应式布局思路后，苹果公司也紧跟其后，基于 Auto Layout 又封装了一个类似 Flexbox 的 UIStackView，用来提高 iOS 开发响应式布局的易用性。

UIStackView 会在父视图里设置子视图的排列方式，比如 Fill、Leading、Center，而不用在每个子视图中都设置自己和兄弟视图的关系，如下图所示：

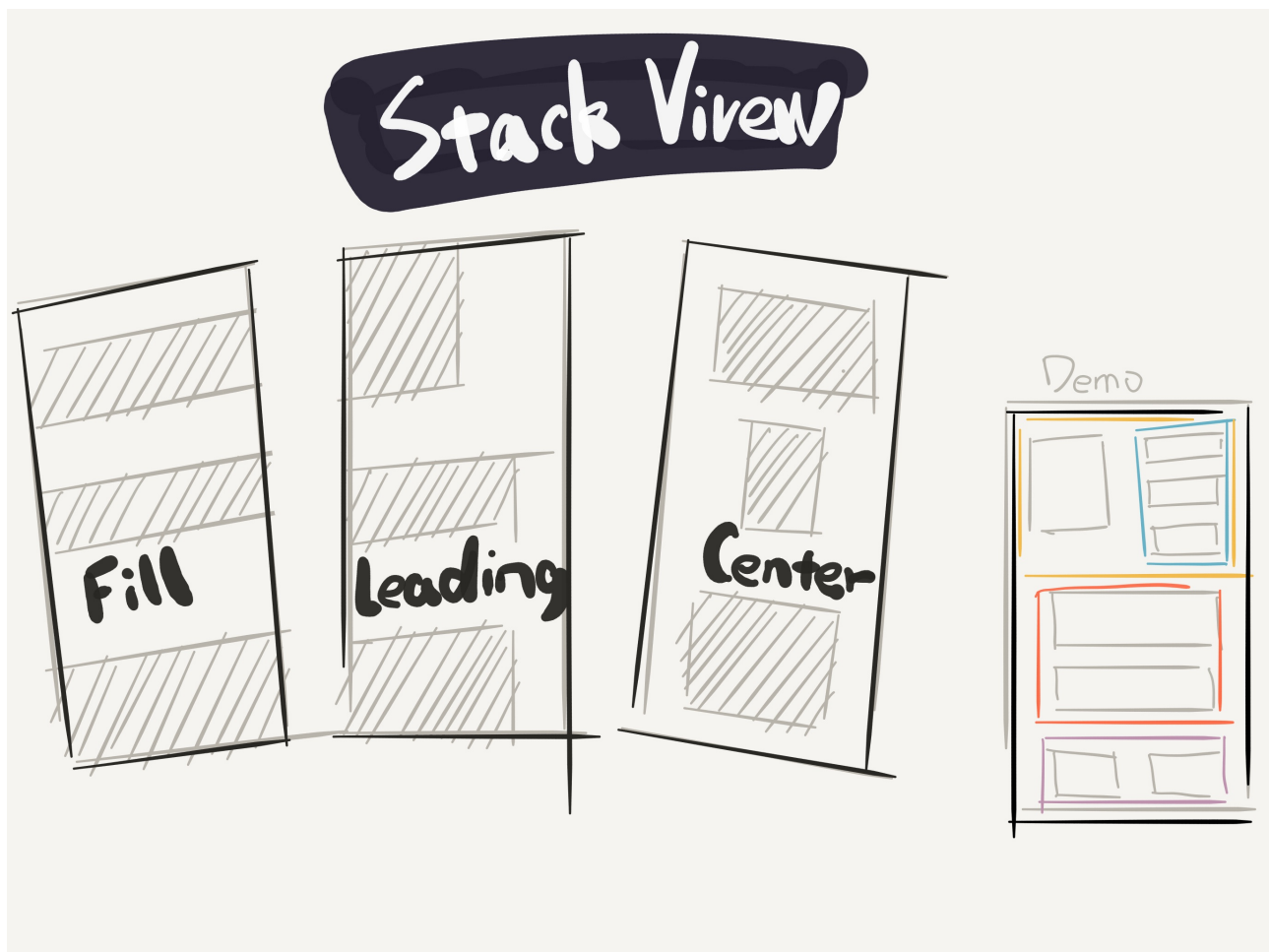


图5 UIStackView 在父视图里设置子视图的排列方式

这样做，可以极大地减少你在约束关系设置上所做的重复工作，提升页面布局的体验。

我曾开发过一个 DSL 语言用来处理页面布局。我当时的想法就是，希望能够在实际工作中使用 VFL按照 UIStackView 的思路来写布局。由于那时UIStackView 系统版本要求高，所以 DSL 的内部没有使用 UIStackView，而直接使用了Auto Layout。

DSL 代码很简洁，如下所示：

```
{
  ht(padding:10)
  [avatarImageView(imageName:avatar)]
  [
    {
      vl(padding:10)
      [(text:戴铭,color:AAA0A3)]
      [(text:Starming站长,color:E3DEE0,font:13)]
      [(text:喜欢画画编程和写小说,color:E3DEE0,font:13)]
    }
    (width:210,backColor:FAF8F9,backPaddingHorizontal:10,backPaddingVertical:10,radius:8)
  ]
}
```

这段代码对应的界面效果如下：



戴铭

Starming站长

喜欢画画编程和写小说

图6 页面布局效果示例

可以看到，嵌套视图通过简单的 DSL 也能很好地表现出来。详细的使用说明和代码实现，你可以在这里查看：<https://github.com/ming1016/STMAssembleView>

小结

今天这篇文章，我和你说了 Auto Layout 背后使用的Cassowary算法。同时，我也和你说了苹果公司经过一番努力，终于在 iOS 12 上用到了Cassowary算法的界面更新策略，使得 Auto Layout 的性能得到了大幅提升。

至此，Auto Layout 性能的提升可以让你放心地使用。

记得上次我和一个苹果公司的技术支持人员聊到，到底应该使用苹果自己的布局还是第三方工具比如 Texture 时，他的观点是：使用苹果公司的技术得到的技术升级是持续的，而第三方不再维护的可能性是很高的。

其实细细想来，这非常有道理。这次 Auto Layout 的升级就是一个很好的例子，你的代码一行不变就能享受到耗时从指数级下降到线性的性能提升。而很多第三方库，会随着 iOS 系统升级失去原有的优势。

课后小作业

请你参考[VFL的手册](#)，编写一个基于 UIStackView 的 DSL。

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。

iOS 开发高手课

从原理到实战，带你解决 80% 的开发难题

戴铭

前滴滴出行技术专家



新版升级：点击「👤请朋友读」，10位好友免费读，邀请订阅更有**现金**奖励。

精选留言：

- Later equals never. 2019-03-17 17:13:54

关于 UI 的布局，是使用 frame 还是 Auto Layout？这个问题困扰了我很久，在之前的团队中是建议使用 frame 的，原因是在 layoutSubviews 中做布局，将所有的子视图按照 UI 显示从上至下、从左至右的顺序来布局，感觉也很规范，代码也不会导致不易维护的程度。

我一直有这么一条原则：简单的 UI 使用 Auto Layout，复杂的 UI 使用 frame。原因如下：

- 1、从代码量上来看，两种布局方式相差不大。有时候发现复杂的 UI 使用 Auto Layout 的话，代码量反而会变多，因为复杂的 UI 往往会有复杂的逻辑，比如根据数据的不同，部分 UI 的显示会有变动（比如某个子视图隐藏与显示，会影响到其它视图的布局）。
- 2、会将那种仅做了一次约束之后，就可以不用做太多 update 的那种视为简单的布局，这种情况下使用 Auto Layout 还是挺方便的。
- 3、会将 Cell 的高度会随着数据的不同而不同的布局视为复杂的 UI 布局，这种情况下使用 Auto Layout 来布局，感觉就不合适。因为不管是 frame 还是 Auto Layout，都需要去计算高度，其实在计算高度的时候，所有的子视图的 frame 都已经决定了，这种情况下，直接使用 frame 会比较精简。
- 4、我见过这样的代码：动态的通过文本，计算出尺寸之后，再使用 Auto Layout 进行 update，感觉太没有这个必要了。

以上是我对 UI 布局的一点思考，请教大神：凭您的经验，这样的思考有什么不合理之处么？（简单的 UI 使用 Auto Layout，复杂的 UI 使用 frame。） [25赞]

作者回复2019-03-19 20:06:47

这样想没有问题

- 长腿欧巴 2019-03-16 08:39:47

使用 Auto Layout 一定要注意多使用 Compression Resistance Priority 和 Hugging Priority，利用优先级的设置，让布局更加灵活，代码更少，更易于维护。

能否举一些详细的代码事例！！ [14赞]

作者回复2019-03-16 10:40:36

有的。你可以看我的这个 demo <https://github.com/ming1016/ShowAutoLayout>

- 徐秀滨 2019-03-16 17:25:28

针对Auto Layout的生命周期，我是这么理解的：

Auto Layout拥有一套Layout Engine引擎，由它来主导页面的布局。App启动后，主线程的Run Loop会一直处于监听状态，当约束发生变化后会触发Deferred Layout Pass（延迟布局传递），在里面做容错处理（约束丢失等情况）并把view标识为dirty状态，然后Run Loop再次进入监听阶段。当下一次刷新屏幕动作来临（或者是调用layoutIfNeeded）时，Layout Engine 会从上到下调用 layoutSubviews()，通过 Cassowary算法计算各个子视图的位置，算出来后将子视图的frame从Layout Engine拷贝出来，接下来的过程就跟手写frame是一样的了。

这样可对？ [13赞]

作者回复2019-03-19 18:27:10

对

- burning☺☺ 2019-03-16 10:19:39

没有讲到 cell 里面 label的高度自适应问题，这个在layout应该使用频率比较高吧 [11赞]

作者回复2019-03-16 11:05:43

具体使用，可以看我这篇文章，里面涉及到

<https://github.com/ming1016/study/wiki/Masonry>

我把相关内容截取到这里

主要是UILabel的高度会有变化，所以这里主要是说说label变化时如何处理，设置UILabel的时候注意要设置preferredMaxLayoutWidth这个宽度，还有ContentHuggingPriority为UILayoutPriorityRequired

```
CGFloat maxWidth = [UIScreen mainScreen].bounds.size.width - 10 * 2;
```

```
textLabel = [UILabel new];
textLabel.numberOfLines = 0;
textLabel.preferredMaxLayoutWidth = maxWidth;
[self.contentView addSubview:textLabel];
```

```
[textLabel mas_makeConstraints:^(MASConstraintMaker *make) {
    make.top.equalTo(statusView.mas_bottom).with.offset(10);
    make.left.equalTo(self.contentView).with.offset(10);
    make.right.equalTo(self.contentView).with.offset(-10);
    make.bottom.equalTo(self.contentView).with.offset(-10);
}];
```

```
[_contentLabel setContentHuggingPriority:UILayoutPriorityRequired forAxis:UILayoutConstraintAxisVertical];
```

如果版本支持最低版本为iOS 8以上的话可以直接利用UITableViewAutomaticDimension在tableView的heightForRowAtIndexPath直接返回即可。

```
tableView.rowHeight = UITableViewAutomaticDimension;
tableView.estimatedRowHeight = 80; //减少第一次计算量，iOS7后支持
```

```
-(CGFloat)tableView:(UITableView *)tableView heightForRowAtIndexPath:(NSIndexPath *)indexPath {
    // 只用返回这个！
```

```
return UITableViewAutomaticDimension;
}
```

但如果需要兼容iOS 8之前版本的话，就要回到老路子上了，主要是用systemLayoutSizeFittingSize来取高。步骤是先在数据model中添加一个height的属性用来缓存高，然后在table view的heightForRowAtIndexPath代理里static一个只初始化一次的Cell实例，然后根据model内容填充数据，最后根据cell的contentView的systemLayoutSizeFittingSize的方法获取到cell的高。具体代码如下

```
//在model中添加属性缓存高度
@interface DataModel : NSObject
@property (copy, nonatomic) NSString *text;
@property (assign, nonatomic) CGFloat cellHeight; //缓存高度
@end

- (CGFloat)tableView:(UITableView *)tableView heightForRowAtIndexPath:(NSIndexPath *)indexPath {
static CustomCell *cell;
//只初始化一次cell
static dispatch_once_t onceToken;
dispatch_once(&onceToken, ^{
cell = [tableView dequeueReusableCellWithIdentifier:NSStringFromClass([CustomCell class])];
});
}
```

还有这篇 <https://ming1016.github.io/2015/11/03/deeply-analyse-autolayout/> 会讲的更详细些

- 徐扬 2019-03-18 05:52:10
autolayout 的布局代码应该写在什么地方，是在view 的layoutSubviews 方法里面写，还是在view 加载完成后写，那个更合理呢？ [9赞]

作者回复2019-03-19 19:51:47
推荐用 Masonry 和 SnapKit

- Hello...麦德姆 2019-03-16 09:52:47
有一会面试面试官问我AutoLayout怎么实现的，我懵逼了，相见恨晚啊！ [9赞]
- Sean Ma 2019-03-16 09:38:20
我想了解下自动布局会在哪一个时机下能够拿到相应的frame和center，因为有时候做完约束，我想在viewDidLoad前拿到其frame。另外自动布局怎么做动画 [7赞]

作者回复2019-03-16 10:57:32
文章有提到。Layout Engine 会从上到下调用 layoutSubviews 这个部份。

动画的话。因为布局约束就是要脱离frame这种表达方式的，可是动画是需要根据这个来执行，这里面就会有些矛盾，不过根据前面说到的布局约束的原理，在某个时刻约束也是会被还原成frame使视图显示，这个时刻可以通过layoutIfNeeded这个方法来进行控制。具体代码如下

```
[aniView mas_makeConstraints:^(MASConstraintMaker *make) {
make.top.bottom.left.right.equalTo(self.view).offset(10);
}];

[aniView mas_updateConstraints:^(MASConstraintMaker *make) {
```

```
make.top.equalTo(self.view).offset(30);  
});
```

```
[UIView animateWithDuration:3 animations:^(  
[self.view layoutIfNeeded];  
});
```

- power 2019-03-18 09:54:25
不知道大家对视图依赖的处理有没有很好的方法:A依赖B, B依赖C, C依赖D, BC有可能不存在, 所以D的依赖有可能是ABC, 这种有没有好的布局思路呢 [5赞]

- xilie 2019-03-18 14:45:44
Hi, 看了你写的“AutoLayout情况如何计算UITableView的变高高度”, 问个问题:

有时候cell里面的一些 label 会在不同情况下切换显示和隐藏, 这时 label 的上下间距, 会出现异常, 比如:
竖着排列3个 label: a-b-c, 间距都是20, 这时 b 隐藏, c 和 a 的间距是20, 设计需求是10, 这种怎么处理? [4赞]

作者回复2019-03-19 18:21:13
layoutSubview 里可以得到 frame 然后判断进行hidden处理

- 轩 2019-03-27 10:03:48
关于 Autolayout, iOS 12 具体做了哪些优化呢? [2赞]

作者回复2019-03-30 18:26:34
参见 WWDC 2018 202 Session

- Bo.zhang 2019-03-24 01:02:55
戴神 为什么<https://github.com/ming1016/STMAssableView> 下载后程序运行后出link错误 怎么修改呢? [2赞]

- drunkenMouse 2019-03-19 23:24:39
把循环这部分总结了一下:
触发约束变化 —> Layout Engine就需要重新计算布局, 会先获取到当前的布局, 调用SuperView.SetNeedLayout() —> Deferred Layout Pass进行监听 —> Layout Engine 从上到下调用LayoutSubviews(), 通过Cassowary算法计算各个子视图的位置, 算出来后将子视图的Frame从Layout Engine里拷贝出来 —> 和手写布局的绘制、渲染一样。 [2赞]

- 王路广 2019-03-18 11:53:46
我也写了一个基于Auto layout的swift框架, 在这里: <https://github.com/wlgemini/Driftwood> [2赞]

作者回复2019-03-19 18:23:37
棒棒的

- Anyeler 2019-03-16 13:17:26
主要公司的APP支持iOS8.0以上, 所以UIStackView比较少用 [2赞]

作者回复2019-03-16 17:27:08
孙源的 FDStackView 了解下。 <https://github.com/forkingdog/FDStackView>

- 断虹残雪 2019-03-16 09:02:08

铭神、请问使用Autolayout，如何适配多套主题（夜间模式）呢？我们现在的做法是每一个xib的view都拉线到代码，然后再代码做主题适配。一直感觉不太好，很繁琐... [2赞]

作者回复2019-03-16 10:45:39

我推荐全代码，可以使用三方库简化写法，或者自己定义 DSL

- BoomBoom冰Boom 2019-03-16 09:01:33

Flexbox布局iOS开发用的少 一般都是frame或者Masonry [2赞]

- 吃蘑菇的大灰狼 2019-03-16 08:06:55

UIStackView的推出从iOS9到现在已经很久了,他确实更方便布局,但是在平常的开发里面,貌似没看到有很多小伙伴在用,记得有一篇文章提到,苹果的开发人员建议,如果能用UIStackView的,尽量都用UIStackView. 之前不知道原因,读了这篇戴老师的文章才知道UIStackView布局的原理。期待后续的文章。 [2赞]

- Kai 2019-03-16 05:51:27

如何练习auto layout的代码编写？ [2赞]

作者回复2019-03-16 10:57:56

如果没有业务需求开发,可以自己开发个独立 App 嘛,写界面的机会还是很多的。

- Geek_45fc02 2019-03-23 15:06:53

Autolayout+XIB或Storyboard对开发效率的提升是巨大的,真正的所见即所得,甚至对于独立开发而言很多场景都可以直接把storyboard当作画板来使用,省去了在sketch上画UI的时间。如果iOS没有XIB或者storyboard, Flutter可能会比现在更受欢迎。 [1赞]

- 徐西文 2019-03-20 16:19:56

iOS 12 之后, Auto Layout 的性能确实提升了不少,但是实际开发业务 UITableView中复杂且多变的UITableViewCell 中 使用 Auto Layout 的性能还是堪忧的;至少在相比 Texture 这样的框架性能差距还是很明显的;正如文章结尾说的 第三方不再维护的可能性是很高的;期待后面关于 Auto Layout 相关布局的优化。 [1赞]