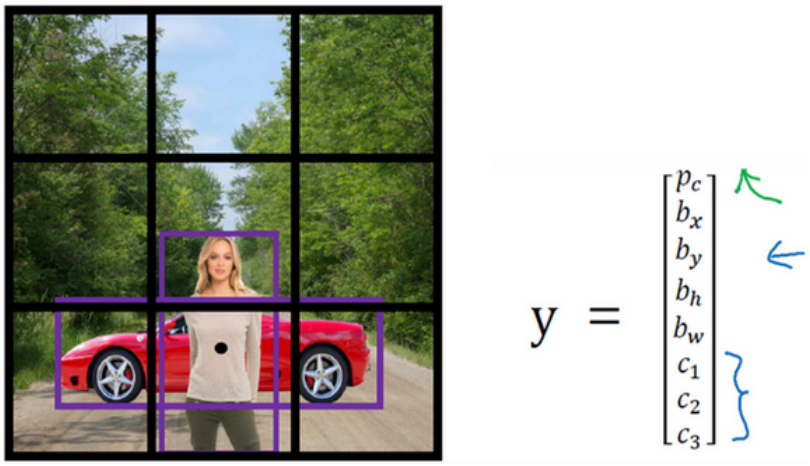
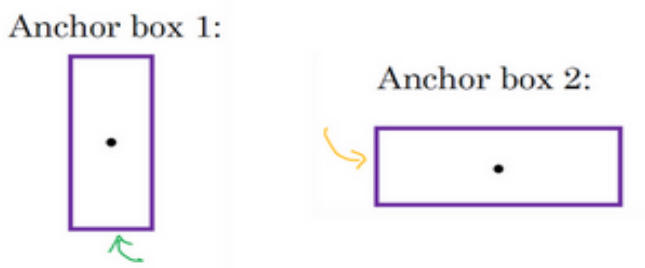
3.8 Anchor Boxes

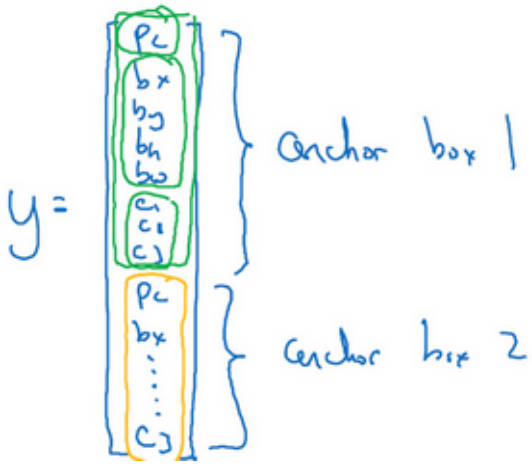
到目前为止，对象检测中存在的一个问题是每个格子只能检测出一个对象，如果你想让一个格子检测出多个对象，你可以这么做，就是使用 **anchor box** 这个概念，我们从一个例子开始讲吧。



假设你有这样一张图片，对于这个例子，我们继续使用 3×3 网格，注意行人的中点和汽车的中点几乎在同一个地方，两者都落入到同一个格子中。所以对于那个格子，如果 y 输出这个向量$y = \begin{bmatrix} p_c \\ b_x \\ b_y \\ b_h \\ b_w \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix}$，你可以检测这三个类别，行人、汽车和摩托车，它将无法输出检测结果，所以我必须从两个检测结果中选一个。



而 anchor box 的思路是，这样子，预先定义两个不同形状的 anchor box，或者 anchor box 形状，你要做的是把预测结果和这两个 anchor box 关联起来。一般来说，你可能会用更多的 **anchor box**，可能要 5 个甚至更多，但对于这个视频，我们就用两个 **anchor box**，这样介绍起来简单一些。



你要做的是定义类别标签，用的向量不再是上面这个：

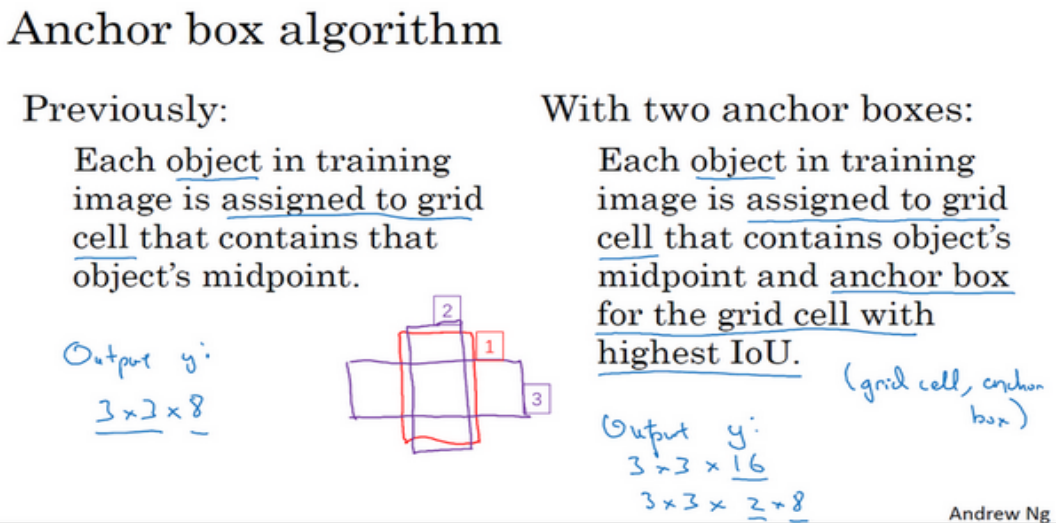
$$[p_c \quad b_x \quad b_y \quad b_h \quad b_w \quad c_1 \quad c_2 \quad c_3]^T$$

而是重复两次：

$$y = [p_c \quad b_x \quad b_y \quad b_h \quad b_w \quad c_1 \quad c_2 \quad c_3 \quad p_c \quad b_x \quad b_y \quad b_h \quad b_w \quad c_1 \quad c_2 \quad c_3]^T$$

前面的$p_c, b_x, b_y, b_h, b_w, c_1, c_2, c_3$（绿色方框标记的参数）是和 **anchor box 1** 关联的 8 个参数，后面的 8 个参数（橙色方框标记的元素）是和 **anchor box 2** 相关联。因为行人的形状更类似于 **anchor box 1** 的形状，而不是 **anchor box 2** 的形状，所以你可以用这 8 个数值（前 8 个参数），这么编码$p_c = 1$，是的，代表有个行人，用b_x, b_y, b_h和b_w来编码包住行人的边界框，然后用$c_1, c_2, c_3 (c_1 = 1, c_2 = 0, c_3 = 0)$来说明这个对象是个行人。

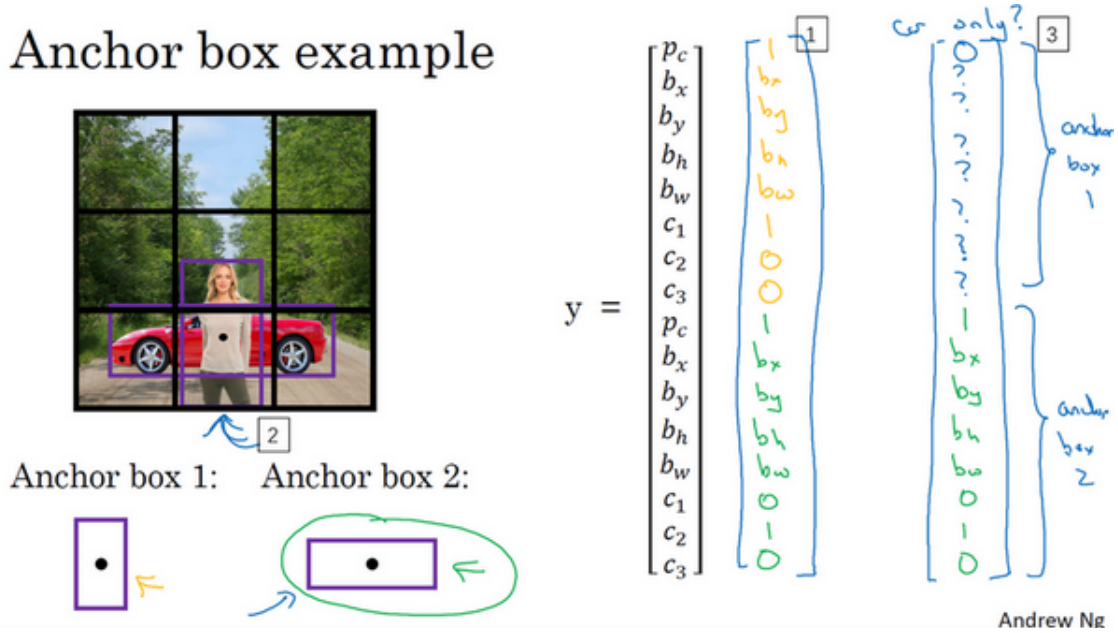
然后是车子，因为车子的边界框比起 **anchor box 1** 更像 **anchor box 2** 的形状，你就可以这么编码，这里第二个对象是汽车，然后有这样的边界框等等，这里所有参数都和检测汽车相关$(p_c = 1, b_x, b_y, b_h, b_w, c_1 = 0, c_2 = 1, c_3 = 0)$。



总结一下，用 **anchor box** 之前，你做的是这个，对于训练集图像中的每个对象，都根据

那个对象中点位置分配到对应的格子中，所以输出y就是 3×3×8，因为是 3×3 网格，对于每个网格位置，我们有输出向量，包含p_c，然后边界框参数b_x, b_y, b_h和b_w，然后c_1, c_2, c_3。

现在用到 **anchor box** 这个概念，是这么做的。现在每个对象都和之前一样分配到同一个格子中，分配到对象中点所在的格子中，以及分配到和对象形状交并比最高的 **anchor box** 中。所以这里有两个 **anchor box**，你就取这个对象，如果你的对象形状是这样的（编号 1，红色框），你就看看这两个 **anchor box**，**anchor box 1** 形状是这样（编号 2，紫色框），**anchor box 2** 形状是这样（编号 3，紫色框），然后你观察哪一个 **anchor box** 和实际边界框（编号 1，红色框）的交并比更高，**不管选的是哪一个，这个对象不只分配到一个格子，而是分配到一对，即（grid cell，anchor box）对，这就是对象在目标标签中的编码方式。**所以现在输出 y 就是 3×3×16，上一张幻灯片中你们看到 y 现在是 16 维的，或者你也可以看成是 3×3×2×8，因为现在这里有 2 个 **anchor box**，而 y 是 8 维的。y 维度是 8，因为我们有 3 个对象类别，如果你有更多对象，那么y 的维度会更高。



所以我们来看一个具体的例子，对于这个格子（编号 2），我们定义一下y,：

$y = [p_c \quad b_x \quad b_y \quad b_h \quad b_w \quad c_1 \quad c_2 \quad c_3 \quad p_c \quad b_x \quad b_y \quad b_h \quad b_w \quad c_1 \quad c_2 \quad c_3]^T$。

所以行人更类似于 **anchor box 1** 的形状，所以对于行人来说，我们将她分配到向量的上半部分。是的，这里存在一个对象，即$p_c = 1$，有一个边界框包住行人，如果行人是类别 1，那么 $c_1 = 1, c_2 = 0, c_3 = 0$（编号 1 所示的橙色参数）。车子的形状更像 **anchor box 2**，所以这个向量剩下的部分是 $p_c = 1$，然后和车相关的边界框，然后$c_1 = 0, c_2 = 1, c_3 = 0$（编号 1 所示的绿色参数）。所以这就是对应中下格子的标签 y，这个箭头指向的格子（编号 2 所示）。

现在其中一个格子有车，没有行人，如果它里面只有一辆车，那么假设车子的边界框形状是这样，更像 **anchor box 2**，如果这里只有一辆车，行人走开了，那么 **anchor box 2** 分量还是一样的，要记住这是向量对应 **anchor box 2** 的分量和 **anchor box 1** 对应的向量分量，你要填的就是，里面没有任何对象，所以 $p_c = 0$，然后剩下的就是 **don't care-s**(即？)（编号 3 所示）。

现在还有一些额外的细节，如果你有两个 **anchor box**，但在同一个格子中有三个对象，这种情况算法处理不好，你希望这种情况不会发生，但如果真的发生了，这个算法并没有很好的处理办法，对于这种情况，我们就引入一些打破僵局的默认手段。还有这种情况，两个对象都分配到一个格子中，而且它们的 **anchor box** 形状也一样，这是算法处理不好的另一种情况，你需要引入一些打破僵局的默认手段，专门处理这种情况，希望你的数据集里不会出现这种情况，其实出现的情况不多，所以对性能的影响应该不会很大。

这就是 anchor box 的概念，我们建立 anchor box 这个概念，是为了处理两个对象出现在同一个格子的情况，实践中这种情况很少发生，特别是如果你用的是 19×19 网格而不是 3×3 的网格，两个对象中点处于 361 个格子中同一个格子的概率很低，确实会出现，但出现频率不高。**也许设立 anchor box 的好处在于 anchor box 能让你的学习算法能够更有征对性，特别是如果你的数据集有一些很高很瘦的对象，**比如说行人，还有像汽车这样很宽的对象，这样你的算法就能更有针对性的处理，这样有一些输出单元可以针对检测很宽很胖的对象，比如说车子，然后输出一些单元，可以针对检测很高很瘦的对象，比如说行人。

最后，你应该怎么选择 **anchor box** 呢？人们一般手工指定 **anchor box** 形状，你可以选择 5 到 10 个 **anchor box** 形状，覆盖到多种不同的形状，可以涵盖你想要检测的对象的各种形状。还有一个更高级的版本，我就简单说一句，你们如果接触过一些机器学习，可能知道后期 **YOLO** 论文中有更好的做法，就是所谓的 **k-平均算法**，可以将两类对象形状聚类，如果我们用它来选择一组 **anchor box**，选择最具有代表性的一组 **anchor box**，可以代表你试图检测的十几个对象类别，但这其实是自动选择 **anchor box** 的高级方法。如果你就人工选择一些形状，合理的考虑到所有对象的形状，你预计会检测的很高很瘦或者很宽很胖的对象，这应该也不难做。

所以这就是 **anchor box**，在下一个视频中，我们把学到的所有东西一起融入到 **YOLO** 算法中。