# Improved Techniques for Training GANs

**Abstract**：

我们提出了多种新的结构特征和训练过程应用于GAN框架，我们主要关注于GAN的两个应用：——半监督学习，——产生视觉上真实的图片。不同于大多数生成模型，我们的主要目标不是训练一个模型使他在test data上具有高似然概率，我们也不要求模型能够在不怎么使用labeled data时学习的好。

**Introduction**：

GAN是基于博弈论来学习生成模型的一系列方法。最近的GAN应用都表明他们能够产生优秀的样本。然而，训练GAN需要的是找的在连续高纬度参数下的非凸博弈的纳什均衡。

GANs通常使用梯度下降进行训练，这种技术的目的是损失函数的较小值，而不是寻找博弈的纳什均衡。当寻找纳什均衡时，这些算法可能无法收敛。

我们提出了几种技术来促进GAN博弈的收敛，这些技术得益于对非收敛问题的启发式理解。她增强了半监督表现和生成样本表现。

**3面向收敛的GAN训练**：

训练GAN包括在一个双角色非合作博弈中找到纳什均衡。每一个角色都希望能够最小化他们各自的损失，纳什均衡就是要找到一个这样的点。不巧的是，找到纳什均衡是一个非常困难的。 算法存在于特殊情况，但我们不知道任何可行的应用于GAN博弈，损失函数是非凸的，参数是连续的，参数空间是非常高维的。

纳什均衡发生在每个角色都是最小损失令人非常直观的想到用传统的梯度下降算法同时作用与两个模型。但是降低J(D)会提升J(G),降低J(G)会提升J(D)。

**3.1Feature matching**:

FM通过为生成器设定特殊的目标函数来避免他从现有判别器过度训练，从而解决GAN的不稳定问题。除了直接最大化判别器输出，新的目标函数需要生成器产生能够匹配真实数据统计量的数据，尽管我们使用鉴别器只指定我们认为值得匹配的统计数据。特别的，我们训练生成器去匹配判别器中间层的特征值。这是生成器匹配的统计量最自然的选择，因为通过训练判别器，我们要求判别器在现有模型中找到生成数据和真实数据之间最有区分度的特征。

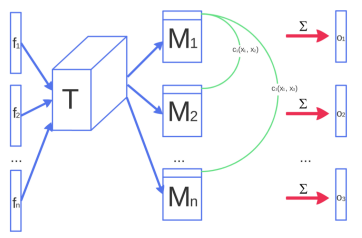
新的目标函数:



f(x)为中间层的激活函数，我们的结果表明在GAN不稳定时FM确实是有效的。

**3.2 Minibatch discrimination**:(感觉和attention的原理很类似)

生成器生成图片单一的主要原因是参数设置，他总是把不同的特征映射到相同的点上，当这种情况发生时，判别器由于只单独考虑一个点，所以只会对于这些相似的点，指出相似的优化方向，因此相当于没有考虑点与点之间的联系，也不会告诉生成器下一步优化时使得这些点不相似，所以一个显然的方法就是让判别器能观察到多组数据。



任何多样例结合的判别模型能够更好的避免生成器的坍塌。，我们先计算出中间层结果f(x)，然后与张量T相乘得到矩阵Mi，计算Mi与每个其他特征的Mj的L1距离，然后与原始f(xi)concatenate得到结果用于后面的运算。判别器仍然会输出一个关于是否来源于训练数据的可能性，但是他结合其他样里的特征信息，该方法使我们能够很快的产生视觉上优秀的样本，有趣的是，我们发现FM在从半监督学习方法获得的强大的分类器中工作的更好(WHY?)。

**3.3 Historical averaging**：



我们通过修改每个角色的参数，historical average能够在线更新所以这个学习规则很好地扩展到长时间序列。这个方法受虚拟博弈算法启发。我们发现我们的方法能够找到低维、连续的非凸博弈的平衡。

**3.4 One-sided label smoothing**：

深度神经网络可能会受到过度自信影响。例如，它使用很少的特征来分类对象。在GAN中，当数据有噪音时，我们不希望过拟合模型。如果鉴别器过度依赖于一小组特征检测真实图像，则生成器可以很快模仿这些特征来愚弄鉴别器在GAN中，过度自信会造成严重伤害，因为鉴别器很容易被生成器利用。为了避免这个问题，当对任何真实图像的预测超过0.9时（D(real image)>0.9），我们惩罚鉴别器。我们的通过将目标标签值设置为0.9而不是1.0来完成它。

**3.5 Virtual batch normalization**:

BN在DCGAN中很有效，但它导致了输入样里x对于相同minibatch中的其他数据有依赖关系，为了消除这种依赖，x的归一化基于在训练开始前reference batch的统计量，包含运行网络两次： 第一次是对一个minibatch的参考样本， 这里的参考样本是在训练开始以前被采样并且是保持不变的； 另一个是对当前的minibatch的样本进行训练。

**4 Assessment of image quality**：

GAN缺少目标函数导致他很难和其他模型比较。