**研究生学习周报-研二上**

作者：蔡明炜

**目录**

第一周 9月14日~9月20日 2

### 第一周 9月14日~9月20日

《指导高性能SAT求解器的不满足核预测》

在这个论文中，作者训练了简化的NeuroSAT体系结构，使之可以直接预测实际问题中无法满足的核心。他修改了几个高性能的SAT解算器，用NeuroSAT预测变量在不满意的核心中出现的可能性的周期来定期替换其变量活动分数。改进的MiniSat在5,000秒的标准超时时间内解决了SATCOMP-2018上比原来多10％的问题。修改后的Glucose比原始解决方案解决的问题多11％，而修改后的Z3解决的问题多6％。当训练专门针对特定问题的分配时，收益会更大。以调度域中的难题为基准，经过改进的Glucose在一个小时的超时时间内解决的问题比原始解决方案多20％。

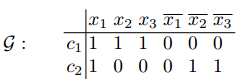
简介

作者主要是利用NeuroSAT来帮助在高性能SAT解算器中为实际问题提供可变分支决策。文中扩展的三个解算器minisat，Glucose，Z3都是用指数变量状态独立衰减和（EVSIDS）启发式算法，这其中包括保持每个变量活动的得分，并在得分最高的自由变量上分支。

神经网络结构：神经网络的基本组成部分是多层感知器（MLP），也称为前馈网络或全连接网络。MLP将固定din的向量作为输入，并为固定dout输出向量。它通过应用一系列（参数化的）仿射变换从x计算y，每一个都紧跟着一个称为激活函数的分量非线性函数。最常见的激活函数（我们在这篇文章中使用的）是整流线性单元（ReLU），它是正数的恒等函数，它将所有负数设置为零。

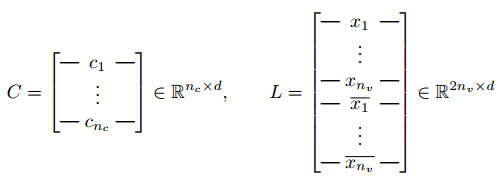
我们使用函数调用表示法来表示MLP的应用，其中MLP的不同参数是隐式连接的。如果是MLP，是向量，则我们用来表示把MLP M应用在x1和x2的连结的结果。出于性能原因，人们几乎从不将MLP应用于单个向量，而是将其应用于连接到矩阵中的一批具有相同维数的向量。如果，我们用来表示首先将X1和X2连接成一个的矩阵的结果，将M分别应用于k行，然后将k个结果连接回矩阵。

神经核的结构。我们用一个nc\*2nv的稀疏矩阵g来表示一个布尔公式CNF（nv是变量，nc是自居），其中第（i，j）个元素为1的唯一可能是第i个子句包含第j个文本。举个例子，我们用一个2\*6的稀疏矩阵来表示这个公式：

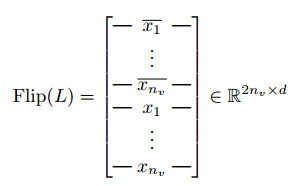


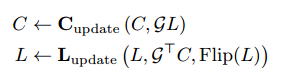
我们的神经网络本身是由三个标准MLPs：

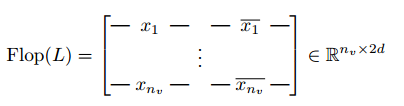


其中d是一个固定的超参数（d=80），网络的前向计算如下：首先，它初始化了两个矩阵，C的每一行对应一个子句，而L的每一行对应于一个文本：

我们将对应于子句c或文本l的行称为该子句或文本的嵌入。请注意，为了便于标注，我们将子句和文字与其嵌入部分合并在一起，因此符号c可以表示实际的子句或嵌入子句的c行。

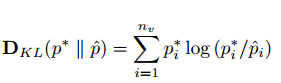
定义操作Flip将矩阵的前半行与后半行交换，以便在Flip（L）中，每个文本的行与其求反的行交换：

在初始化C和L之后，网络执行\消息传递的T次迭代（我们使用T=4），其中一次迭代包括两次更新。首先，每个子句根据其包含的文本的当前嵌入更新其嵌入：接下来，每个文本都会根据它出现在其中的子句的当前嵌入以及它的否定的当前嵌入来更新其嵌入：我们可以简洁地表示这些更新，并使用矩阵G和Flip运算符有效地实现它们：

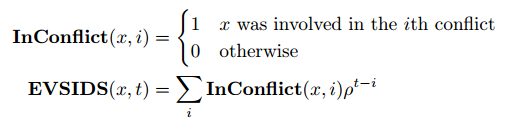
定义运算浮点运算，将矩阵的前半行与下半行沿第二轴连接起来，这样在Flop（L）中，对应于同一变量的两个向量被串联起来：

在T轮迭代以后，网络跳转了L来产生一个矩阵，然后使用了第三个MLP Vproj将V投影到一个nv维向量V帽中：

向量v帽是NeuroCore的输出，由每个变量的数值分数组成，它可以传递给softmax函数，以定义变量的概率分布p帽。在训练过程中，我们将变量上的每个标记位掩码转换为概率分布p∗，方法是为核心中的每个变量分配统一的概率，并为其他变量分配零概率。我们同时优化了三个mlp，以最小化Kullback-Leibler发散：



EVSIDS：变量x在tth冲突后的EVSIDS得分定义如下：



其中p<1是一个超参数，直观的说，EVSIDS对一个变量的评分衡量了这个变脸参与了多少冲突，最近的冲突的权重比之前的冲突更大。我们的方法是根据NeuroCore的输出定期重置这些EVSIDS分数。

NeuroCore在之后返回一个向量v帽，其中某个变量得分越高，说明NeuroCore认为相应的变量更有可能在核心中。我们把v帽变为一个概率分布，这是通过将v帽除以一个标准温度参数τ（值为0.25），并通过softmax。然后我们根据问题中变量的数量以及固定的常数κ（我们使用10^4）来缩放结果向量。 最后，我们立即替换所有EVSIDS分数：

请注意，衰减因子ρ通常很小（MiniSat使用ρ= 0:95），对于一阶近似求解器，每秒平均有10,000个冲突，因此这些分数仅在不到一秒的时间内衰减为0。 但是，通过将EVSIDS重新集中在搜索空间的更重要的部分上，这样的干预仍然可以产生强大的效果。 我们将整合策略称为定期重新关注，以强调我们只是重新关注EVSIDS，而不是试图取代它。 我们基于MiniSat的混合求解器仅每100秒查询NeuroCore一次。