

## 0/1 损失的优化-一般模型

1, 关于 0/1 损失优化的定义：是指目标函数或者约束条件中含有阶跃函数的优化问题。

2, 0/1 优化一般模型：

- 0/1-损失优化模型
- 0/1-约束优化模型

3, 模型特点：

- 优点：精准刻画了一类问题的本原模型
- 缺点：NP-难问题

## 几个应用实例（每个应用都有与其对应的 0/1 优化模型）：

1, **支持向量机 (SVM)**：应间隔支持向量机模型：SVM 于 1995 年首次提出，其基本思想是寻找一个超平面使得它能够尽可能多的将样本点正确分开，同时使分开的样本点距离超平面最远。

2, **分类学习 AUC 方法**：AUC (Area Under Curve) 是衡量二分类学习器优劣的一种重要性能指标，其基本思想是寻找一个权重向量（用  $w$  表示）使得正样本的预测值尽可能都大于负样本的预测值。

3, **脉冲序列分析**：测量神经元活动的技术（钙成像技术）是神经科学领域一个重要的课题。其原理为利用荧光钙指示分子记录神经元活动过程中的钙浓度变化，从而反映神经元的活动状态。根据荧光强度变化轨迹确定神经元活动（脉冲信号）的确切时间是一个公开的课题。

4, **0/1 神经网络-DNN**：深度学习首次由 G.E.Hinton 等人于 2006 年提出，是指基于样本数据通过训练方法得到包含多个层级的深度网络结构。

5, **{1, -1}神经网络-BNN**：二值神经网络 (BNN) 是指限制网络权重和激活均为-1 或 1。BNN 将复杂的计算转化为计算机位操作，仅需极小存储和计算消耗。

## 研究现状分析-国内学者：

1, 0/1 损失优化研究的现状：

- 0/1 损失函数是二分类问题的真正损失函数，但不是连续可导函数，不易优化。
- 0/1 损失函数的非凸非连续数学性质，使得不易求解。
- 0/1 损失函数不是一个连续凸函数，直接用它来优化未必是一个好的选择。

2, 科学问题：

- 理论上：0/1 损失优化模型是理想的优化模型。
- 数值上：不易求解。

3, 0/1 松弛定义：是指把 0/1 优化中的阶跃函数用凸函数或非凸函数替代，进而得到松弛模型。

4, 模型特点：

- 优点：简单易求解。
- 缺点：对噪声敏感。

### 初步研究成果-基本理念：

#### 1, 可计算函数的三个基本特征：

- 次微分：最优性条件分析需要次微分。
- 邻近点算子：ADMM、APG 等算法计算需要邻近点算子。
- 共轭算子：原始问题推导对偶问题需要函数的共轭。

#### 2, 接下来分析 L0/1 函数的次微分、邻近点算子、共轭。

#### 3, 初步研究成果：

- 次微分
- 邻近点算子
- 共轭算子
- 0/1 损失支持向量机
- 0/1 损失优化牛顿算法
- 0/1 约束 1-bit 压缩感知

### 结束语-存在的问题：

#### 1, 理论方面：

- L0/1 函数及其复合函数的变分性质。
- 目前仅建立了一阶最优性条件，二阶最优性条件？
- 建立精确/非精确罚函数理论。

#### 2, 算法方面：

- L0/1-ADMM 的收敛性及其收敛速率。
- L0/1-Newton 方法的大范围收敛性。
- 设计快速有效的算法，如 ALM 法及其牛顿变形。

#### 3, 应用方面：多分类问题、生物信息学问题、稀疏通信问题等。

**备注：**由于格式问题具体数学公式均未展出在本总结中。