**神经网络**

**——从逻辑回归到深度学习**

**第一部分：线性模型**

1. 逻辑回归（Logistic Regression）

*（逻辑回归其实就是一个神经元。神经元都具有与逻辑回归相同的“仿射变换+激活函数” 结构。本章以逻辑回归为例介绍单个神经元的表达能力和局限性。为了阐述本章内容，回归了必要向量几何。）*

* 1. 作为一个神经元的逻辑回归
  2. 基础向量几何
     1. 向量
     2. 向量的和、数乘与零向量
     3. 向量的内积、模与投影
     4. 线性空间、基与线性变换
     5. 直线、超平面与仿射变换
  3. 从几何角度理解逻辑回归的能力和局限

1. 逻辑回归的训练

*（上章介绍了逻辑回归的结构，但没有介绍逻辑回归的训练。本章以多元微积分开始，介绍多元函数的导、方向导、梯度、赫森矩阵等概念。并用这些概念阐述函数优化中的局部最优、全局最优、鞍点等概念。之后介绍损失函数，着重介绍分类问题中的交叉熵，从概率分布相似程度和最大似然估计两种角度阐述交叉熵的意义。最后介绍梯度下降法的原理及其各种变体。）*

* 1. 训练集与测试集
  2. 分类模型的评价
  3. 损失函数
     1. K-L散度与交叉熵
     2. 最大似然
     3. 从几何角度理解交叉熵损失
  4. 多元函数微积分
     1. 偏导数
     2. 方向导数
     3. 梯度（Gradient）与链式法则
     4. 赫森矩阵与二阶泰勒展开
     5. 驻点，局部极小点与全局最小点
  5. 梯度下降法及其变体
     1. 梯度下降 GD 与随机梯度下降 SGD
     2. 冲量 Momentum
     3. AdaGrad
     4. RMSProp
     5. Adam

1. 正则化（Ragularization）

*（模型自由度与偏执-方差平衡，以及正则化是贯穿机器学习学科的重要概念。在神经网络和深度学习中 l1\l2 正则化仍然发挥重要作用。本章以线性模型为语境介绍这些概念，有助于从原理上进行把握。本章从惩罚小方差特征方向和贝叶斯先验两个视角介绍 l1\l2 正则化的原理。）*

* 1. 模型自由度（Degree of Freedom）与过拟合（Overfitting）
     1. 线性模型的自由度——矩阵的迹（Trace）
     2. 偏置与方差权衡（Bias-Variance Trade-off）
  2. L1\L2正则化及其效果
  3. L1\L2 正则化的原理
     1. 贝叶斯视角——先验分布
     2. 主成分视角——对小方差方向进行惩罚

1. TensorFlow 实例：逻辑回归分类猫与狗

**第二部分：神经网络**

1. 超越线性

*（本章介绍为什么将神经元连接成网络能够获得非线性分类能力。介绍深度学习常用的一些激活函数。以及网络结构的一些洞见，例如从对输入空间进行旋转变形的角度介绍神经网络的能力来源。）*

* 1. 全连接多层神经网络
  2. 各种激活函数
  3. 非线性分类能力的来源

1. 训练神经网络

*（本章首先介绍多对多映射的导——雅克比矩阵，之后介绍多对多映射的求导链式法则。然后在多层前馈神经网络的框架下介绍特殊的反向传播算法以及实现。）*

* 1. 多元映射的导
     1. 线性映射、仿射映射与矩阵
     2. 多元映射的一阶近似
     3. 雅克比矩阵与链式法则
  2. 反向传播（Back Propgation）

1. 通用反向传播

*（本章介绍概率图模型以及概率图上的自动求导，这可视为通用反向传播。理解了通用反向传播，就理解了任何深度网络结构的训练方法。）*

* 1. 计算图模型（Compute Graph）
  2. 计算图的自动求导（Auto Differentation）

1. TensorFlow 实例：神经网络分类猫与狗

**第三部分：深度学习**

1. 深度神经网络

*（本章介绍非全连接深度网络结构，以及属于它们的特有的正则化方法。）*

1. 非全连接结构
2. 深度网络的正则化方法
   1. Dropout
   2. Early Stopping
   3. Data Augment
3. 卷积神经网络（CNN）

*（本章以卷积神经网络为例介绍深度神经网络。介绍 CNN 的结构、含义、来源。特别是本书独有的将深度卷积网等同于元胞自动机，从混沌动力学角度初探 CNN 能力来源的讨论。最后介绍一些经典的 CNN 结构。）*

* 1. 卷积与滤波器
  2. CNN 的构件
     1. 卷积层
     2. 池化层
     3. 全连接层
  3. 元胞自动机与混沌动力学
  4. 经典的 CNN 结构
     1. LeNet
     2. AlexNet
     3. ResNet

1. TensorFlow 实例： CNN 分类猫与狗