

机器学习（双语）作业: 线性模型

作业编号: PRML-HW25F03

2025-09-10

作业说明

本次作业为线性模型相关理论问题。

作业提交截止时间: 2025 年 10 月 12 日 23:59:59。

一、理论题

1. 试述什么是机器学习。
2. 试述监督学习的概念。其与非监督学习有何不同?
3. 描述线性回归模型的数学形式。线性回归模型是如何进行预测的?
4. 定义线性回归的损失函数。为什么我们选择这种损失函数?
5. 逻辑回归通常用于分类任务。解释为什么逻辑回归能够用于分类, 并描述它是如何做到的。
6. 有哪些策略可以将二类分类器组合构造为多类分类器? 这些策略存在什么问题? 各策略的计算复杂度是多少? 除课堂讲解过的组合策略, 是否存在其他组合策略?
7. 什么是鉴别函数? 用于分类的线性鉴别函数有什么优点与缺点?
8. 线性回归模型的误差来源有哪些? 在实际构建模型分别应当采用什么策略来减小相应的误差?
9. 什么是过拟合?
10. 总结线性模型相关的英文术语。

二、线性回归

令线性回归模型为

$$y = \mathbf{w}^T \mathbf{x} + b$$

1. 给定损失函数为均方误差, 推导出关于权重 \mathbf{w} 的损失函数。
2. 使用梯度下降法, 推导出更新权重 \mathbf{w} 和偏差 b 的公式。
3. 假设采用 ℓ_2 正则化项, 给出加入正则化后的损失函数, 并推导出权重更新公式。

三、感知器

1. 描述感知器的数学模型, 并给出它的激活函数。
2. 用公式描述感知器的学习规则。当一个样本被错误分类时, 权重是如何更新的?
3. 感知器收敛性定理的内容是什么?

四、 逻辑回归

令逻辑回归模型为

$$h_{\mathbf{w}}(\mathbf{x}) = \frac{1}{1 + \exp(-\mathbf{w}^T \mathbf{x})}$$

1. 推导出交叉熵损失函数。
2. 使用梯度下降法，推导出更新权重 \mathbf{w} 的公式。
3. 当引入 ℓ_1 正则化项时，写出正则化后的损失函数。
4. 试给出线性模型参数优化的贝叶斯解释。

五、 计算题

已知 $w_i \in \mathbb{R}, i = 0, \dots, d, \mathbf{x} \in \mathbb{R}^d$, 求下列函数的偏导数 $\frac{\partial f}{\partial w_i}$ 或梯度 $\nabla_{\mathbf{x}} f(\mathbf{x})$ 。

1. $f(w_i) = \frac{\exp(w_i) - \exp(-w_i)}{\exp(w_i) + \exp(-w_i)}$
2. $f(\mathbf{x}) = \frac{1}{2} \mathbf{x}^T \mathbf{x}$
3. $f(\mathbf{x}) = \frac{1}{2} \mathbf{x}^T A \mathbf{x} + \mathbf{b}^T \mathbf{x}$