深度学习与生成式 AI——R torch 核心算法与实战

刘思喆

2026-03-22

目录

欢迎

“统计学是发现真相的科学, 而深度学习是逼近真相的艺术。”

如果你曾沉浸在 **`Tidyverse`** 的优雅中, 曾惊叹于 **`ggplot2`** 的表现力, 却在面对 Python 的环境配置和异步生态时感到迟疑, 那么这本书就是为你准备的。

在这里, 我们不只是在调用 API, 而是在用 R 的思维重构智能。我们将拆解复杂的张量流, 通过 **`torch`** 的原生动力, 在 R 的环境中复刻那些改变世界的算法。这不只是一次技术的跨越, 更是一场关于“创造力”的回归。

在这段充满挑战与乐趣的旅程中, 你将:

- 从张量运算、自动微分, 到概率论、信息论与最优化理论, 我们提供清晰严谨的数学推导, 确保你不仅知其然, 更知其所以然。
- 学习模型训练的艺术、正则化的智慧、超参数调优的策略, 最终走向模型部署、高性能计算与可解释性 AI, 完成从实验到产品的跨越。
- 从前馈网络、卷积神经网络、循环神经网络, 到变革性的 Transformer、深度推荐模型、图神经网络、到变分自编码器、生成对抗网络、扩散模型, 你将亲手用 torch 实现它们, 并理解其背后的设计哲学。
- 在 torch 构建的模型之上, 你仍可无缝调用 R 强大的数据整理、可视化及统计建模生态, 实现端到端、可复现的深度学习工作流。

无论你是希望将深度学习纳入工具箱的数据科学家和统计学家, 还是渴望在 R 生态中探索现代 AI 边界的开发者与研究者, 本书都将为你提供一条系统、清晰且坚实的学习路径。

我们相信, 深度学习的魅力不仅在于理论与实践的共舞, 更在于严谨数学与工程直觉的交融。现在, 让我们敲下第一行张量操作的代码, 共同开启用 R 驾驭深度学习的新篇章。

祝你旅程愉快, 探索无限!

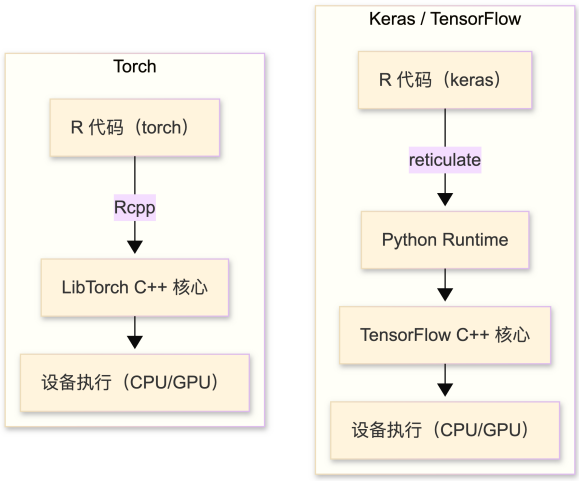
序言

当深度学习的浪潮席卷全球时，R 语言社区曾处于一个微妙而略显尴尬的境地。作为统计计算与数据科学的先驱，R 在数据操纵、可视化及统计建模上拥有得天独厚的优势。其优雅的向量化语法和以 **tidyverse** 为代表的现代生态，使其成为探索性数据分析的标杆。

然而，长期以来 R 开发者在构建深度神经网络时，始终面临着“跨语言”的尴尬。无论是早期的 mxnet 还是后来的 tensorflow 与 keras 接口，本质上多是 Python 库的 R 语言封装。

为了跑通模型，首先要跨越“环境地狱”：配置 Python、管理 Conda 环境、处理 **reticulate** 的调用报错。这种复杂的工具链脱节，不仅抬高了技术门槛，更在写下首行核心代码前，就劝退了许多追求环境纯粹的数据科学家。R 优雅的数据管道与深度学习工作流之间，始终存在着一层难以消解的隔阂。

真正的转折点源于 **torch** (Falbel 和 Luraschi 2025) 包的横空出世。它不是一个简单平庸的语言绑定，而是一个为 R 语言习惯量身定制，直接构建在 C++ 的 LibTorch 之上的原生框架。



本书选择 **torch** 作为核心工具，正是看重其在“算法透明度”与“工程直觉”之间的完美平衡：

- 运行 **install.packages("torch")** 得到的是一套独立、原生的解决方案。告别 Python 版本冲突与双运行时环境，让模型从开发到生产的链路变得前所未有的清爽。
- **torch** 坚持使用 R 的 1 起始 (1-based) 索引。这意味着当你面对数学公式中的 x_1 时，代码里就是 x[1] 而非反直觉的 x[0]。这种微小的一致性，极大地降低了将公式转化为算法时的认知负荷

- 与高度封装、隐去细节的高级框架不同，**torch** 鼓励通过 **nn_module** 手动编写 forward 函数。配合动态计算图（Dynamic Graph），你可以像操作原生矩阵一样随时暂停、检查张量维度、观察梯度流动。这让深度学习不再是不可捉摸的黑盒，而是触手可及的数值演算。

不可否认，作为一个快速成长的生态，当前的 R **torch** 在预训练模型库（如 Hugging Face）的生态对接上，与 Python 仍有差距。但这恰恰使其成为学习深度学习本质的绝佳载体——它迫使我们回归原理，而非仅仅充当 API 的搬运工。

本书致力于将这种“母语级”的深度学习体验带给每一位 R 用户。你将看到如何用熟悉的 **%>%** 管道连接数据流，用 **ggplot2** 实时追踪损失曲线，并在同一个 Quarto 环境中完成从数学推导、代码实现到工程部署的闭环。

深度学习正在重塑现实的边界，而 **torch** 正在定义 R 语言在人工智能时代的新疆界。愿以此书，送给那些既追求数学之美、又严谨对待工程实践的同行者。

旅程拉开序幕，让我们开始。

刘思喆，2026 年 3 月，北京