



迁移学习 (Transfer Learning)

作者: Calvin

QQ: 179209347

Mail: 179209347@qq.com

介绍

笔记简介:

- 面向对象: 深度学习初学者
- 依赖课程: **线性代数, 统计概率**, 优化理论, 图论, 离散数学, 微积分, 信息论

知乎专栏:

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/693738275>

Github & Gitee 地址:

https://github.com/mymagicpower/AIAS/tree/main/deep_learning

https://gitee.com/mymagicpower/AIAS/tree/main/deep_learning

* 版权声明:

- 仅限用于个人学习
- 禁止用于任何商业用途

迁移学习 (Transfer Learning)

人类具有跨任务转移知识的固有能力。我们在学习一项任务时获得的知识，会以同样的方式用来解决相关任务。任务越相关，我们就越容易转移或交叉利用我们的知识。一些简单的例子是：

- 知道如何骑摩托车 → 学习如何骑汽车
- 了解如何弹奏经典钢琴 → 了解如何弹奏爵士钢琴
- 了解数学和统计学 → 学习机器学习



在上述每种情况下，当我们尝试学习新的方面或主题时，我们并不是从头开始学习所有内容。我们转移并利用我们过去学到的知识！

迁移学习 (Transfer Learning)

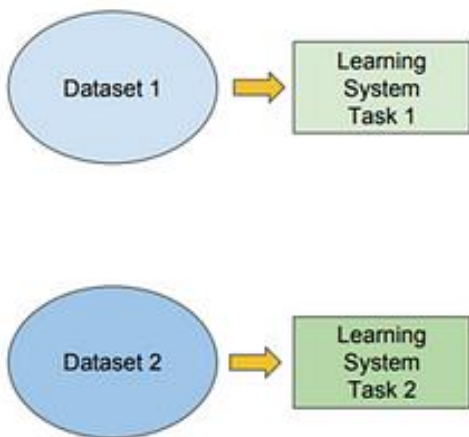
迁移学习并不是一个专门针对深度学习的新概念。传统学习是孤立的，并且纯粹基于特定任务、数据集和在其上训练单独的孤立模型而发生。没有保留可以从一种模型转移到另一种模型的知识。在迁移学习中，可以利用以前训练的模型中的知识（特征、权重等）来训练新模型，甚至可以解决新任务数据较少等问题！

Traditional ML

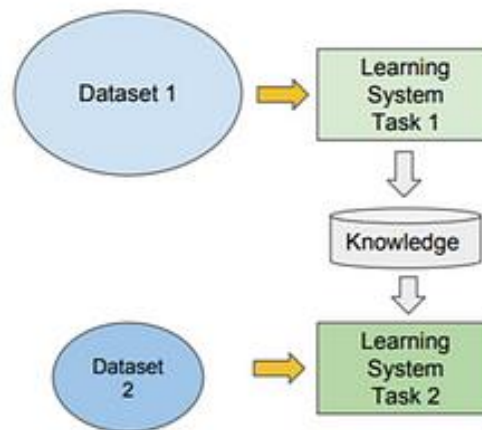
vs

Transfer Learning

- Isolated, single task learning:
 - Knowledge is not retained or accumulated. Learning is performed w.o. considering past learned knowledge in other tasks

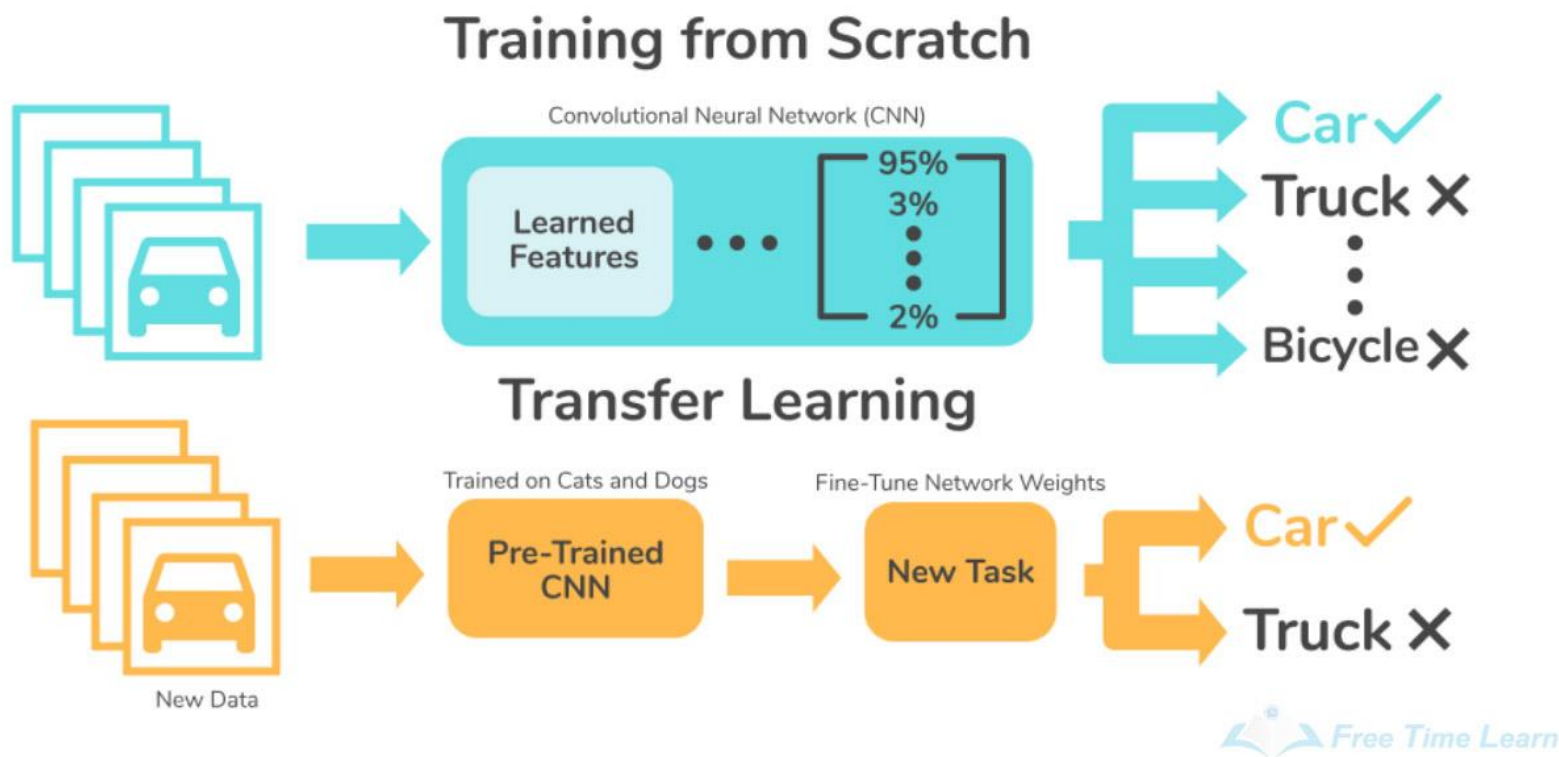


- Learning of a new tasks relies on the previous learned tasks:
 - Learning process can be faster, more accurate and/or need less training data



迁移学习 (Transfer Learning)

迁移学习 (Transfer Learning) 将从一个任务中学到的知识应用到另一个相关任务中。在传统的机器学习方法中，模型通常是从头开始训练，使用大量数据来学习任务特定的特征。然而，在许多现实世界的应用中，很难获得大量标记数据来训练模型。



迁移学习的数学定义

域D由特征空间 X 和产生特征空间的概率分布 $P(X)$ 组成。域分为源域 (D_s) 和目标域 (D_t) 。

$$D = \{X, P(X)\}$$
$$P(X), X = \{x_1, \dots, x_n\}, x_i \in X$$

任务T由目标预测函数 $f()$ 和标签空间 Y 组成，通过大量的数据训练，得到一个客观的目标预测函数 $f()$ ，使用目标预测函数 $f()$ 对新样本进行预测。任务分为源任务 (T_s) 和目标任务 (T_t) 。

$$T = \{Y, P(Y|X)\} = \{Y, \eta\} Y = \{y_1, \dots, y_n\}, y_i \in Y$$

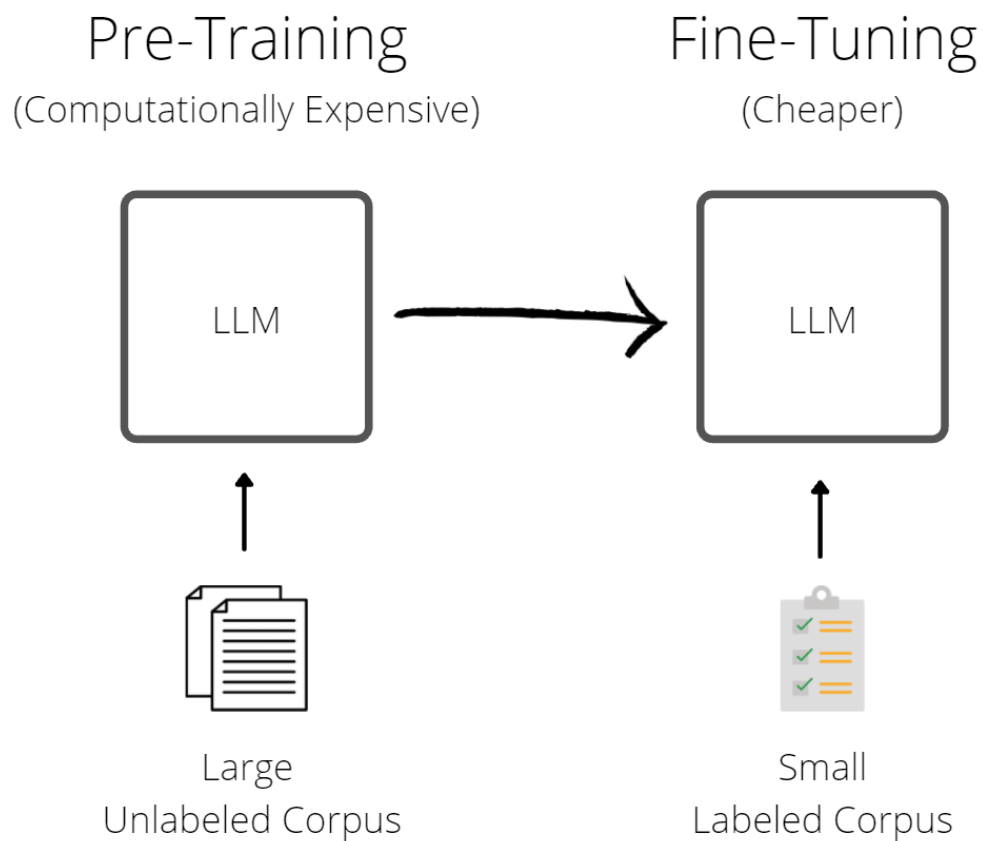
给定源域 D_s 和源任务 T_s 、目标域 D_t 和目标任务 T_t ，迁移学习的目的是获取源域 D_s 和源任务 T_s 中的知识以帮助提升目标域 D_t 中的预测函数 $f()$ 的学习能力，其中， $D_s \neq D_t$ 或 $T_s \neq T_t$ 。

迁移学习分类

分类方式	分 类	描 述
按迁移 场景分类	归纳式迁移学习	源域和目标域相同或相关 而源任务和目标任务却不同，但它们具有一定的相关性
	直推式迁移学习	源域和目标域不同但相关 而源任务和目标任务相同
	无监督迁移学习	源域和目标域或源任务和目标任务都不同，但相关
按特征 空间分类	同构迁移学习	源域和目标域的特征空间维度相同但特征分布不同
	异构迁移学习	源域和目标域的特征空间维度不同或特征空间内容不同
按学习 方式分类	基于样本的迁移学习	源域中数据样本的一部分通过重定权重的方法重用于目标域任务的学习
	基于特征的迁移学习	找出源域和目标域中共同或相似的特征，利用这一部分特征进行迁移学习
	基于模型的迁移学习	从模型的角度出发，共享源域模型与目标域模型之间的某些参数以达到迁移学习的效果
	基于关系的迁移学习	利用两个域之间的相关性知识建立一个映射来达到迁移学习的效果

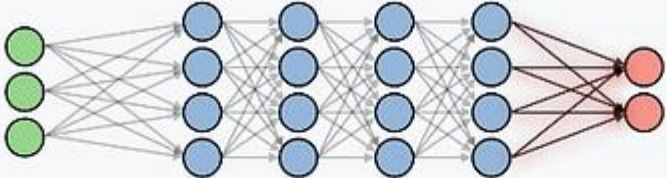
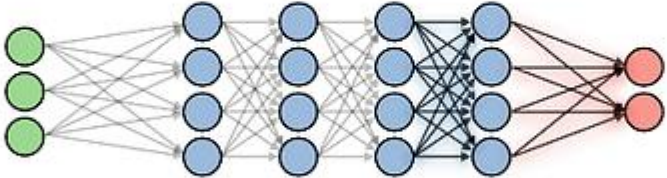
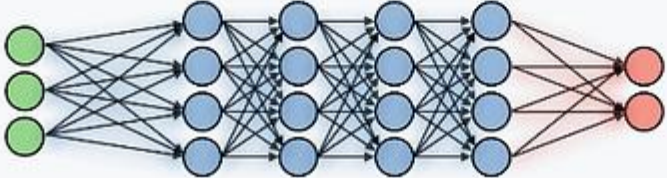
预训练模型

预训练模型是指在大规模数据集上预先训练好的神经网络模型。这些模型学习到了丰富的特征表示，能够捕捉数据集的统计特性和语义信息。因此，在一些新模型进行迁移学习时，它们常被作为基础底层模型用于训练。



预训练模型的复用

- 小数据集：冻结预训练模型的全部卷积层，只训练自己定制的全连接层。
- 中等数据集：冻结预训练模型的部分卷积层（通常是靠近输入的多数卷积层），训练剩下的卷积层（通常是靠近输出的部分卷积层）和全连接层。
- 大数据集：利用预训练模型的体系结构，根据数据集**训练整个模型**。

Training size	Illustration	Explanation
Small		Freezes all layers, trains weights on softmax
Medium		Freezes most layers, trains weights on last layers and softmax
Large		Trains weights on layers and softmax by initializing weights on pre-trained ones



Thank

You