

第 1 章 深度学习简介

1.1 什么是深度学习

1.1.1 机器学习简介

毫无疑问，人类是地球上最具智慧的生物。一个重要体现是，人类可以做很多其他动物或者机器不能做的精细动作或者事情，如阅读、开车。人工智能的其中一个目的是让机器可以实现人类的某些能力，从而提高机器的工作效率和应用范围。我们如何让机器具有人类的某些智慧或者能力呢？一个自然的方法是，我们手把手教机器如何做。如图 1-1 所示，首先制定一套完成某项任务的规则（或称为算法），然后编程实现算法，最后输入值通过代码实现的算法得到输出值，依据输出值做出相应的决策。假设我们想让机器判断图片中的图形是一个矩形还是圆形，可以事先告诉（通过编程实现“告诉”的过程）机器判断矩形和圆形的标准或者规则，比如，由 4 条边组成且 4 条边的夹角均为 90° 的图形是矩形。判断矩形和圆形的规则如算法 1.1 所示。

算法 1.1 制定规则判断矩形和圆形

如果图形由 4 条边组成且 4 条边的夹角均为 90° ：

图形是矩形

否则：

图形是圆形

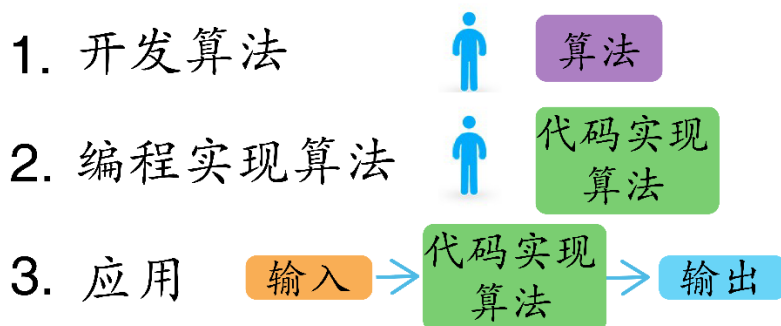


图 1-1 算法方式实现人工智能

另一个方法是，给机器提供很多矩形和圆形，让机器从中学习矩形和圆形的特征，进而做出判断。我们首先测量并记录这些图形的一些属性（属性也称为特

征），例如，边的数量、夹角度数等，得到数据。该数据称为训练数据，如表 1-1 所示。

表 1-1 判断矩形和圆形的训练数据

图形编号	特征		标签
	边的数量	夹角度数	
0	4	90	矩形
1	0	0	圆形
⋮			

我们将该训练数据提供给一个机器学习算法，然后该算法通过学习得出一个关于图形特征和形状之间的关系的模型。碰到一个新的图形时，测量其特征，然后将特征代入到训练好的模型，模型将会自动判断新的图形为矩形还是圆形。对于一般情况，机器学习方法实现人工智能的流程如图 1-2 所示，分为 3 个步骤。

1. 收集和预处理数据。
2. 根据数据特点，选择适合的机器学习算法，使用数据训练模型。
3. 给定输入值，使用训练好的模型得到输出（通常为一个预测或者判断），做出相应的决策或者行动。

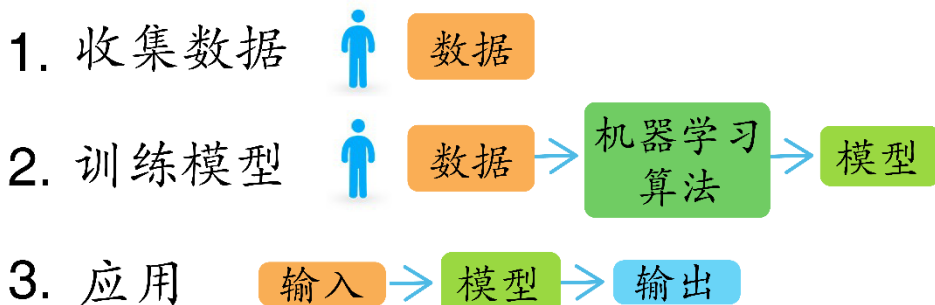


图 1-2 机器学习方法实现人工智能

总的来说，第一种方法比较直接，对一些相对简单的情况，可以取得很好的效果，而且编程实现较快。但是，第一个方法在实际应用中两点不足。首先，这种方法难推广，例如，如果进一步希望算法可以判断 4 种图形，分别是圆形，椭圆形，矩形和正方形，那么我们需要从头开始设计算法，重新编程；其次，对于较难的问题，我们有时会很难设计有效的算法。例如，判断图 1-3 矩形框中是否为眼睛（可以试着想想，如何采用算法的方式教一个小宝宝判断图 1-3 矩形框中是眼睛？困难吗？）。

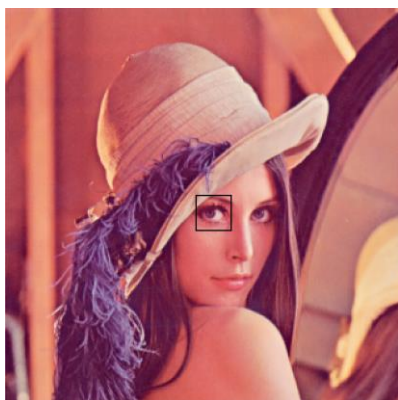


图 1-3 数字图像处理领域常用的标准图片

第二种方法基于机器学习算法，可以有效克服第一种方法的缺点。首先，机器学习方法更易于推广。例如，如果已经建立了一个判断矩形和圆形的算法，现在，我们可以拓展模型的功能，判断图形是否是圆形、椭圆形、矩形和正方形，我们只需要收集这些图形的图片，然后测量其特征，得到训练数据，然后再训练机器学习模型。在这个过程中，训练模型的方法是类似的，整个过程只有在收集数据步骤上增加了工作量，其他步骤没有增加工作量。机器学习方法可以处理更加复杂的问题。例如，对于判断图 1-3 中矩形框内是否为眼睛的问题，我们只需要收集图片不同部位的特征，选择合适的机器学习算法，然后训练模型。这个过程与我们教小宝宝的过程类似，我们会指着图片中不同的部分，告诉他哪个部位是眼睛，哪个部位不是眼睛；小宝宝通过学习不同的人脸，不同的部位，慢慢地便可以学会判读哪个脸部器官是眼睛。因为机器学习的诸多优点，现在机器学习是实现人工智能最重要的方法。深度学习是机器学习的一个分支。深度学习作为机器学习的一部分，与机器学习的其他方向，以及统计学、人工智能等学科都有着紧密的联系。深度学习、机器学习、人工智能、统计学之间的关系如图 1-4 所示。

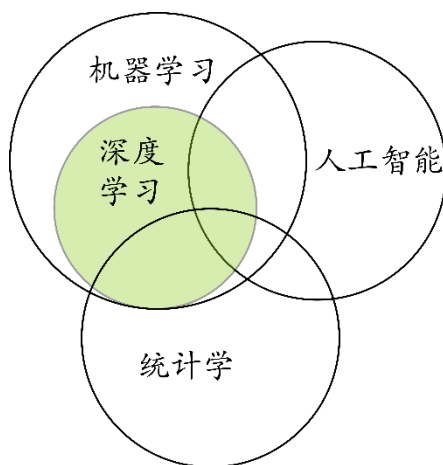


图 1-4 深度学习、机器学习、人工智能、统计学之间的关系

在实际应用中，深度学习在机器翻译、语音转文字、推荐系统、数据挖掘，以及其他相关领域都取得了非常好的效果。认真分析，可以发现这些任务都具有同样的特征：输入数据到模型中，然后得到输出数据，如图 1-5 所示。



图 1-5 有监督学习

对于图 1-5，可以概括不同的应用，具体例子如下。

- 机器翻译。如英文翻译成中文。我们知道的数据是英文。我们想知道的是对应的中文。
- 语音转文字。我们知道的数据是语音。我们想知道的是对应的文字。
- 推荐系统。我们知道的数据是个人信息，如性别、年龄、消费习惯等。我们想知道的是消费者购买某个商品的可能性。
- 股票预测。我们知道的数据是股票星期一的股价等信息。我们想知道的是股票星期二的股价。

这类任务，在机器学习中统称为有监督学习。有监督学习使用的训练数据的每个观测点都是一对，由一个输入对象（通常记为 \mathbf{x} ）和一个期望的输出值（通常记为 \mathbf{y} ）组成。有监督学习算法使用训练数据训练模型，当输入一个新的 \mathbf{x} 时，模型可以输出一个预测值。例如，我们希望建立一个模型，可以通过输入邮件的一些信息，自动判断邮件是否为垃圾邮件。表 1-2 中的数据是一个惠普员工乔治收集的邮件信息。他查看了邮箱的 4601 封邮件，统计每一封邮件中常用的单词出现的频率，并人工判断每封邮件是否为垃圾邮件。这样，可以把所有的数据总结成表 1-2。为了方便，我们只列出了两封邮件的输出数据和两封邮件的 8 个单词出现的频率。

表 1-2 垃圾邮件数据

[illegible]

表 1-2 中，输入数据 \mathbf{x} 是每一封邮件包含的单词出现的频率；输出数据 \mathbf{y} 是每一行的“**Yes**”或者“**No**”。有监督学习的“监督”指的是期望的输出值 \mathbf{y} 。在这个例子中，期望输出值帮助模型总结垃圾邮件和非垃圾邮件单词频率的规律。训练好模型之后，我们便可以使用模型判断刚收到的邮件是否为垃圾邮件了。

深度学习是有监督学习的一种算法。虽然随着深度学习的发展，深度学习也可以完成一些看似不像有监督学习的任务，例如，生成式对抗网络（**Generative Adversarial Networks**）可以用来生成图片。但是，其算法的实质还是有监督学习。

1.1.2 深度学习与传统机器学习算法的区别

深度学习与传统机器学习算法最大不同点在于深度学习可以实现自动特征学习。传统机器学习算法通常需要人工设计，计算数据特征，才能实现较好的预测效果。深度学习由于多层的网络结构，可以自主地学习输入数据的特征，最终得到很好的效果，如图 1-6 所示。

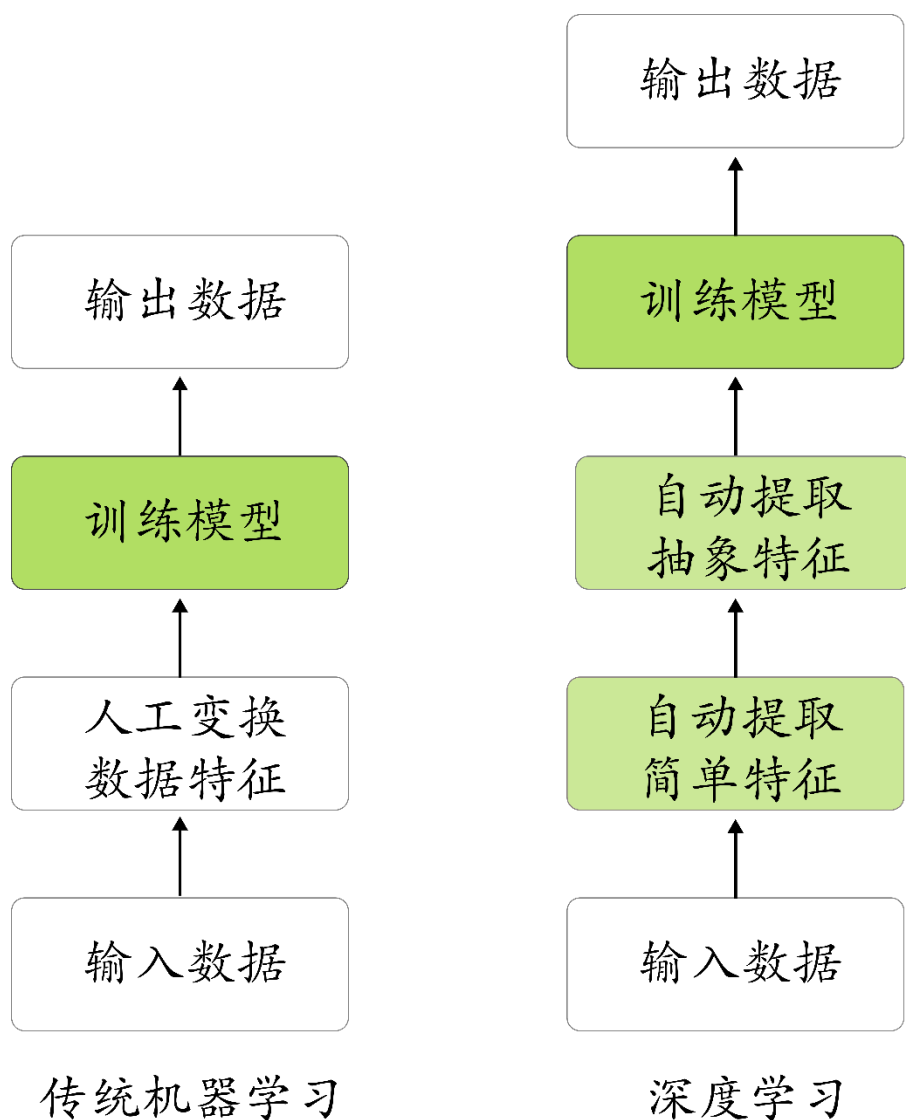


图 1-6 深度学习与传统机器学习算法的区别

什么是特征学习呢？特征学习是表达输入数据的方式。例如，上面提到的判断垃圾邮件的例子。在这个例子中，其最初始的数据是邮件，把邮件的信息用单词频率表示，并得到表 1-2，这就是特征学习。在这个例子中，该过程是人工完成的。也就是说，使用传统的机器学习算法，我们需要把邮件信息表达成如表 1-2 所示的形式，然后再把数据输入到模型中。

另一方面，深度学习可以把邮件（可能需要一些简单处理）直接作为输入数据，深度学习模型便可以自动地学习邮件蕴含的信息作为特征，然后再根据自动学习的特征判断邮件是否为垃圾邮件。

1.1.3 深度学习与人类神经网络的关系

深度学习也称为深度神经网络模型。在很多书和报道中，我们经常会看到这样的描述，深度学习通过模拟人类神经网络的工作方式实现人脸识别、翻译、下棋等只有人类的高级智慧才能完成的任务。我们很难考证是否最初发明神经网络模型的科学家受到了人类神经网络的启发。但是，最初的神经网络模型非常简单，其工作原理与人类神经网络看上去只有一点点相似之处。随着神经网络模型的发展，其结构越来越复杂，变得越来越像人类的神经网络。我们认为，把深度神经网络模型当作人类神经网络的模拟，这可能是一个很好的比喻或者类比。但是，深度学习模型本质是一个数学模型，提高其预测效果的方法主要源于对机器学习或者统计学习的思考，而不是源于对人类神经网络更深入地模拟。

1.2 为什么需要学习深度学习

很高兴你已经阅读到本书的这部分内容。说明你对深度学习感兴趣，或者说明你已经意识到深度学习正在改变我们的社会，或者你认为深度学习在未来将更广泛更深入地改变我们的社会。确实，现在以深度学习为代表的机器学习和人工智能，正在极大地改变我们的生活方式、社会环境和工业发展。例如，深度学习改变了我们的驾驶体验，决定我们的阅读内容，影响我们中午吃什么等等。深度学习已经无处不在，渗透到我们生活的各个方面。

1. 深度学习使得人工智能快速进步

深度学习使机器更加智能。深度学习帮助机器完成以前只有人类才能完成的任务。特别是最近几年，深度学习取得了巨大进步，在商业和工业应用中，取得了巨大的成功，如计算机视觉、语音识别、机器翻译等。深度学习帮助我们更好地理解我们所处的环境，更好地控制和改造我们的环境。深度学习的作用也许可以媲美于铁器、蒸汽机、电力、计算机等改变世界的工具。

2. 深度学习可能改变大量工作

铁器、蒸汽机、电力、流水线的发明主要改造了人类从事体力劳动的方式；计算机的发明提高了我们从事脑力劳动的效率，赋能并提高了体力劳动的水平。总的来说，之前的发明和创造让更多的人摆脱了繁重的体力劳动；脑力劳动者没有大的变化。但是，深度学习有可能带来不一样的变革，有可能使得很多的脑力劳动发生重大的变化。

现在，很多媒体和相关从业者在广泛地吹嘘和夸大深度学习的功能和作用，使得这个行业处于比较狂热的状态，好像深度学习马上就可以让机器比人类更加聪明，世界马上要发生翻天覆地的变化。然而，回归冷静，深度学习不可能在短期让机器拥有人类一样的智能。但是，我相信，即使之后数年深度学习算法和理

论发展缓慢，只要现在的深度学习技术在各行各业广泛而且深入的应用，深度学习也足以给我们的社会带来巨大的变化。

最大的变化可能是工作的置换。普通的教师、律师、程序员、医生、投资者等脑力劳动者的岗位空间可能会受到挤压。深度学习可以赋能给更加资深的脑力劳动者，极大地提高他们的工作效率，其他人可能需要改变自己的工作方式。

- 慕课以及其他类似或者改进的教学方法的出现，可能使得社会不需要那么多普通的教师年年上着同样的课程；制作精良的课程资料，自适应的算法，可以供成百上千的学生同时学习，提高学生的学习效率。制作智慧课程的老师可以给更多学生上课，创造更多的社会价值。普通老师们可能需要把精力转换到教育的其他方面，例如，从“教书”转到“育人”。
- 对于医生，深度学习也将给他们带来机遇和挑战。现在，在某些领域，医学影像自动诊断准确率已经超过具有丰富经验的影像科医生。未来，自动诊断或者辅助诊断系统的出现，医生的工作效率可以成倍增加。例如，现在患者去医院看病，医生需要花大量时间看历史病历和检查结果，填写当次病历。如果医院系统可以为医生总结需要的指标和信息，并以图片或者其他更有效的方式呈现给医生；看完病，系统可以自动地填写病历；那么医生的工作效率便可以极大提高。当然，效率的提高不会导致大量医生失业，医生可以有更多时间提供机器无法提供的人文关怀。

我们相信深度学习一定会改变我们的生活和工作方式。虽然工作效率的提高不一定意味着失业，但是一定意味着改变。我们需要从事机器不能做的事情，创造性的工作、情感的关怀等。当然，有一个产业在这个变革中一定会收益，那就是深度学习。

3. 深度学习很有趣

我们因为深度学习的超强魅力才开始学习它。深度学习的算法有很多极具创造性的想法，例如，生成式对抗网络、dropout 等。在应用领域，深度学习也可以非常有创造性。例如，可以使用深度学习让机器像梵高一样作画，像莫扎特一样作曲，像有 10 年工作经验的医生一样读 X 光片，像明星的摄影师一样修图。

1.3 谁需要学习深度学习

深度学习是一个强大的数据挖掘和人工智能工具。数据科学家、统计学家、商业分析师、人工智能专家等的工具箱中都应该有深度学习的一席之地。

各个不同产业的从业人员如果可以学习深度学习，相信一定对事业的发展有很大的助益；即使只是简单了解深度学习的原理，也可以更好地了解社会的变化，做出更明智的决策。

1.4 学深度学习之后你可以做什么

学深度学习之后你可以做什么？找一个你的兴趣点，看看深度学习是否可以提高效率，并且尝试去实现它。深度学习和任何其他工具一样，你用得越多，就会越了解它的特性，也可以越好的应用它。

1.5 本章小结

在本章中，我们知道了深度学习是有监督学习的机器学习算法，深度学习可以自动从数据中学习特征，提高预测准确度。深度学习将会改变我们的生活和工作方式，加深我们对世界的认识；更重要的是，深度学习还是一门非常有趣的学科！从下一章开始，我们将正式踏入深度学习之旅！