

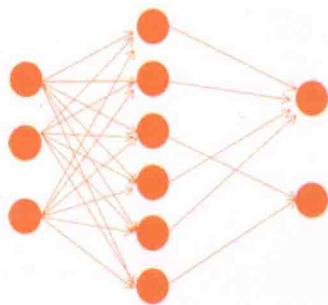
NEURAL NETWORKS AND EDUCATION

THE ART OF LEARNING

神经网络与教育

——学习的艺术

[美] 杨振寰◎著
许晨 周立伟◎译校



我们怎样提升学习效率？

答案是本书将要谈到的创新型学习方法。

常识告诉我们：如果能知道我们的神经网络的基本局限性和能力，
那么我们就能找出更有效的学习与教学方法。

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

NEURAL NETWORKS AND EDUCATION

THE ART OF LEARNING

神经网络与教育

——学习的艺术

[美] 杨振寰◎著
许晨 周立伟◎译校



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

神经网络与教育:学习的艺术/(美)杨振寰著;许晨,周立伟译校. —北京:北京理工大学出版社, 2015.5

书名原文: Neural Networks and Education: The Art of Learning

ISBN 978-7-5682-0649-5

I. ①神… II. ①杨… ②许… ③周… III. ①学习方法—研究

IV. ①G791

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第102693号

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2015-2853号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京京华虎彩印刷有限公司

开 本 / 880毫米×1230毫米 1/32

印 张 / 4.1875

责任编辑 / 钟 博

字 数 / 150千字

文案编辑 / 钟 博

版 次 / 2015年5月第1版 2015年5月第1次印刷

责任校对 / 周瑞红

定 价 / 48.00元

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

作者简介



杨振寰 (Francis T. S. Yu), 美籍华裔科学家、美国宾夕法尼亚州立大学电子工程系名誉教授, 国际著名的光学信息处理专家。他长期从事光学信号处理、全息术、信息光学、光学计算、神经网络、光折射光学、光纤传感器与光子器件等领域的研究。他编写 (包括与人合著) 了 10 本著作、4 本专著、300 余篇期刊论文、250 余篇会议论文、2 套国际光学工程学会 (SPIE) 里程碑丛书, 其中 6 部专著已被译为中、俄、日和韩文, 他共主编了 25 本会议出版物。杨振寰教授曾多次获得国际学术奖励, 如 IEEE Donald G. Fink 论文奖和 SPIE Dennis Gabor 奖, 并被台湾交通大学、南开大学、上海理工大学、北京理工大学等高校聘为名誉教授或顾问教授。

中译本序

“怎么能使自己变得更聪明一些”是我在青少年时代一直向自己提出的问题。无论我在中学、在工厂，或是在大学学习的时候，我总是觉得我的同学或同事怎么会这么聪明，而我却如此笨拙。一道物理题或数学题，我苦思冥想不得其解，而我的同学却有不止一个方法求得答案；一个技术问题，我束手无策不知如何下手，而我的同事却有非常巧妙的创意。看到同学和同事们如此聪明，年轻的我很羡慕他们，总想有一天能像他们那样聪明。让自己变得聪明些，是我年轻时的一个梦想。

在上大学时，我自问是一个努力上进、勤奋刻苦的人，但学习要有方法，思考要有深度，这两点我都做得不够。我知道我的弱点，但不知从何处下手。我是一个中等资质的人，虽然学习成绩还不错，但那是靠死记硬背下苦功夫得来的，考完后，记忆的东西都还给老师了。当然，我工作后有了一些长进，逐渐形成了自己的一套学习和思考的方法，但那是经过不知道多少次磨炼才得到的。

当读了杨振寰（Francis T. S. Yu）教授所著的《神经网络与教育——学习的艺术》后，我顿时产生一种感觉，如果我早知道杨先生在书中所讲的一些建议和忠告，我的学习和科学研究一定会少走

不少弯路。

杨振寰教授在这本袖珍读物中告诉我们一些什么呢？依我的理解，他告诉我们，大脑的运行十分高效节能，可以进行足以挑战世界上最大的超级计算机的运算，尽管它所依赖的组件——神经纤维、树突和突触并不完美。神经元像精灵一样，行动怪异、多变且混乱，大脑通过这些组件的链接把信息从一个神经元传到另一个神经元。人的大脑在理解语言、模式识别、形象思维和思考上，远远超过计算机，但在记忆能力、计算能力上，它远不及计算机。因此，学习者如何正确利用大脑，使神经网络变得灵活和高效，是这本书的主旨。在这本小册子中，他告诉我们学习的艺术：一是记忆的艺术，即如何使用智能联想学习过程，增加神经网络的存储容量；二是理解的艺术，即如何使用智能认知学习过程，加强对所学内容的理解；三是创造性学习的艺术，即如何使神经网络变得智能，使人充满联想与创造力。

从神经网络的角度阐述如何智能地学习，本是一个十分深奥的科学问题，但杨振寰教授的这本仅数万字的读物把这样复杂的问题写得这么透彻明白，通俗清晰，深入浅出，使人读起来不感到有困难，实在令人钦佩。

我还想告诉大家，这本书不但告诉你如何学习，而且告诉你如何为人。在我看来，杨振寰教授本人就是一部极好的教科书。他的经历告诉大家，他如何从一个不被看好的青年，经过自己的奋斗，将不可能变为可能，最后成为举世闻名的光学信息处理科学大家。在励志方面，杨振寰教授也是一个极好的榜样。

4 | 神经网络与教育 |

在书的中译本即将付印的时候，杨振寰教授一定要我为之作序，我写了上面的一些感想，供各位参考。此时此刻，我想对我国的青年学人们说，如果你想让自己变得更聪明一些，就认真读一下这本小册子吧！

是为序！

周立伟

前 言

“活到老，学到老”是人生的一个重要方面。问题是，我们学得是否有效率？我认为，人类的大脑（即生物神经网络）是很容易适应变化的（即可塑的）。尽管大体上我们也许继承了一个非常好的神经网络（我们的大脑）来开始学习，但是为了让我们更加聪明，还需要聪明的学习方法（例如创新性教育）来帮助我们学得更有效率。为了达到这一目的，我们还须知道人类思维固有的能力和局限。就此而言，创新性教学和学习是十分必要的。

本书并不拘泥于格式，比起书来它更像幻灯片。不过，它被设计得尽可能简单，从而让所有人都能读懂它。没有科研背景的读者可以忽略书中部分乃至全部公式和原理图，直接跳至结果和结论部分。在本书的一些章节中，我将演示如何用光学人工神经网络再现我们的生物神经网络。

本书共有 15 个部分。它从简要地谈论训练（教育）的常识开始，然后转向神经网络的运行。在陈述神经网络与计算机的主要差别后，我将谈到联想记忆神经网络。我们会讨论监督学习和非监督学习。本书还陈述并定义了学习的艺术，包括联想、认知、创新学习。简单学习是有关神经网络学习的信息内容，本书也对其进行了

讨论。我们还讨论了神经的可塑性和更聪明的神经网络的适应性。最后讲述对创新教育的探索。如果我们知道我们的神经网络的基本能力和局限，我们就能采用一种更好的学习方法。

本书的主旨在于阐述这样一个理念：为了应对当前科学技术的飞速发展，我们也许不得不摒弃过时的传统教学方式，用一些新的方法教育学生。这些新方法包括：教授学生一些简单、基础的知识，阐明其主旨和意义，然后把这些作为他们学习的基础，鼓励学生自主学习与终身学习。

本书的部分内容在我 1990 年巡回演讲时已经在美国国内或者海外的多个场合提到过，也曾在一系列国际会议，例如墨西哥、新加坡和我国台湾的光学与教育会议中做过展示。

最后我要感谢我的女儿于安（Ann Yu）所做的贡献。她看过我关于这个主题的 PPT 展示。她跟我说：“爸爸，为什么你不把这个 PPT 改成一本薄薄的小册子呢？人们总讨论教育，你的材料这么有趣，一定会吸引很多人。最重要的是，它既能传于世人而又适时！”我对此做了考虑并且同意了她的建议。此时此刻，我要感谢我的妻子于查露茜（Lucy Yu）和儿子爱德华（Edward），他们帮我编辑了本书的主要内容。没有他们，也就没有您正在阅读的这些文字。

杨振寰

动因

当我在世界各地做讲座的时候，那些了解我生平的人总问我是怎样从高中时候的差生一跃成为本领域的知名科学家的。许多学生问我：“您达到目标的学习方法是什么？”

为了回答他们，我根据自己这几十年的学习、教学和科研经历编写了这本《神经网络与教育——学习的艺术》。

本书并不拘泥于格式，比起书来它更像幻灯片。不过，我把它设计得尽可能简单，从而让所有人都能读懂。

本书的主要目的是为了应对科学技术日新月异的发展，我们要用更加具有创造性的方法教育学生，继续用落伍的传统教学方式是不对的。

本书共有 15 个部分，从教育的常识开始，然后转入学习的艺术。

常识告诉我们：如果能知道我们的神经网络的基本局限性和能力，那么我们就找出更有效的学习与教学方法。

因此，我以两个问题作为本书的开始：

我们的教学方式有效吗？

回答显然是：不！

我们怎样提升教学效率？

答案是本书将要谈到的具有创新性的教学方法。

附录

附录向读者介绍本书的背景、目的以及如何将本书应用于实际教学。附录分为两部分：附录A介绍本书的背景和目的；附录B介绍本书的目录和章节安排。

附录A：本书的背景和目的

本书的背景和目的。本书旨在为教师提供一套实用的教学方法，帮助他们提高教学效率。本书的内容包括：教学理论、教学方法、教学评价、教学管理、教学科研等。本书的编写目的是为了帮助教师了解教学理论，掌握教学方法，提高教学评价和管理水平，开展教学科研。

附录B：本书的目录和章节安排

本书的目录和章节安排。本书共分八章，第一章为绪论，介绍本书的背景和目的；第二章为教学理论，介绍教学的基本概念和原理；第三章为教学方法，介绍常用的教学方法；第四章为教学评价，介绍教学评价的方法和标准；第五章为教学管理，介绍教学管理的组织和实施；第六章为教学科研，介绍教学科研的方法和成果；第七章为附录A，介绍本书的背景和目的；第八章为附录B，介绍本书的目录和章节安排。

作者致读者

人们并不指望我……，但是我成功了。

人们并不指望我能够高中毕业，但是我成功了。

人们并不指望我能够进入大学，但是我成功了。

人们并不指望我得到去美国读研究生的资助，但是我成功了。

人们并不指望我能够读上研究生，但是我成功了。

人们并不指望我能够通过 PhD 博士入学考试，但是我成功了。

人们并不指望我成为美国一所重点大学的教授，但是我成功了。

人们并不指望我能够出很多书和论文，但是我成功了。

人们并不指望我在学术领域中出名，但是我成功了。

人们并不指望我成为教育家和学者，但是我成功了。

我本该成为一名杰出的运动员，但是我没能成功。

——杨振寰

40	教育心理学	三十
801	教育心理学	四十
711	教育心理学	五十
801	教育心理学	六十

目 录

一、训练（教育）的基本常识	1
二、神经网络	3
三、神经网络与计算机的主要区别	6
四、基于记忆的神经网络	8
五、人工神经元运算	16
六、联想记忆神经网络	20
七、监督学习与非监督学习型神经网络	24
八、认知学习（理解的艺术）	33
九、简单（基础）学习	49
十、信息容量与神经网络学习	61
十一、大脑（生物神经网络）的可塑性与适应性	75
十二、创新教育（训练）	80

2 | 神经网络与教育 |

十三、寻求创新教育	94
十四、感言分享	108
十五、教育领导者	117
参考文献	119

1	《神经网络与教育》课程	一
2	神经网络	二
3	神经网络与教育	三
4	神经网络与教育	四
5	神经网络与教育	五
6	神经网络与教育	六
7	神经网络与教育	七
8	神经网络与教育	八
9	神经网络与教育	九
10	神经网络与教育	十
11	神经网络与教育	十一
12	神经网络与教育	十二

一、训练（教育）的基本常识

让我们从教育的常识开始。在幻灯片 1 中，左侧是亚洲水牛，右侧是阿拉伯马。它们的基本能力与局限，都列在幻灯片 2 中。水牛非常适合于在泥泞的稻田里干活，同时也善水性。然而，阿拉伯马善于赛跑，可以被训练成为优秀的赛马。因此，训练（教育）阿拉伯马赛跑很符合我们的常识，但是，想要训练一头亚洲水牛赛跑显然不对，而训练或者强迫阿拉伯马在泥泞的水稻田里干农活将会是一个严重的错误！

【注：如果我们知道人脑（即生物神经网络）的先天条件，那么我们就有可能为一个特定项目找出创新性的教学（训练）方案。】

物种的先天局限与能力



亚洲水牛



阿拉伯马

幻灯片 1

亚洲水牛与阿拉伯马各自的长短处

亚洲水牛

- 胜任泥泞稻田里工作
- 水性好
- 其他

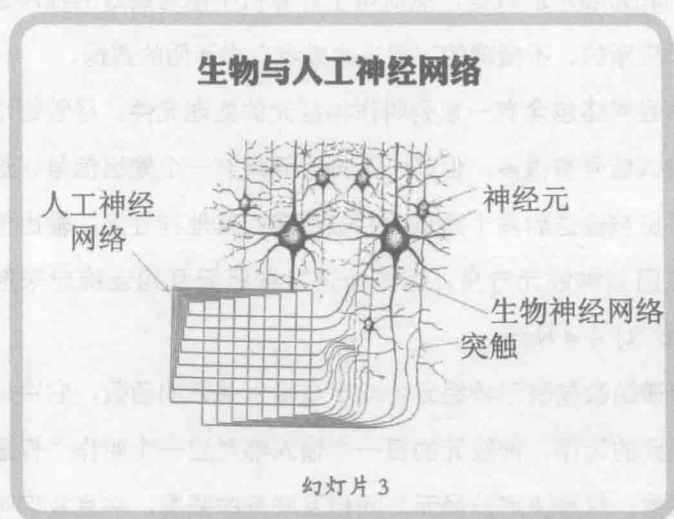
阿拉伯马

- 善于赛跑
- 长于载人
- 其他

幻灯片 2

二、神经网络

在探讨学习的艺术之前，我们先看看人脑（或者叫神经网络）的基本结构。幻灯片 3 的右侧为生物神经网络，在生物神经网络中神经元由突触大量地进行互联，而左侧画着人工神经网络。



我们都知道，人脑由数十亿神经元组成，这些神经元通过突触相互连接。模拟人工神经网络（ANN）的技术都是基于认知心理学和生物学模型。因此，研究神经网络的目的在于模拟大量互相连接