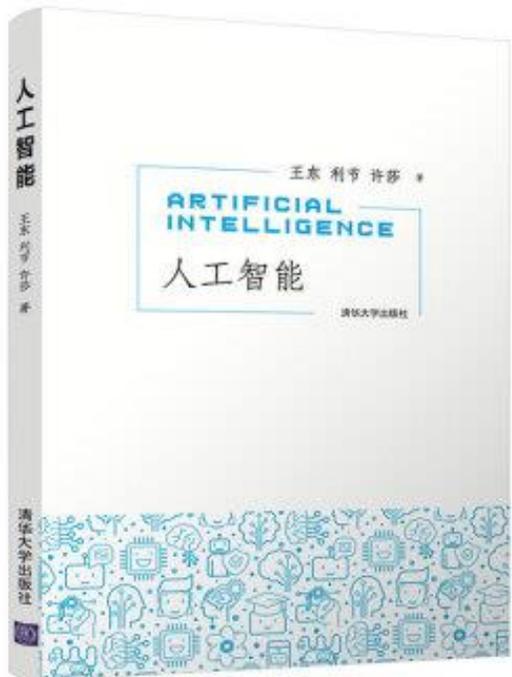


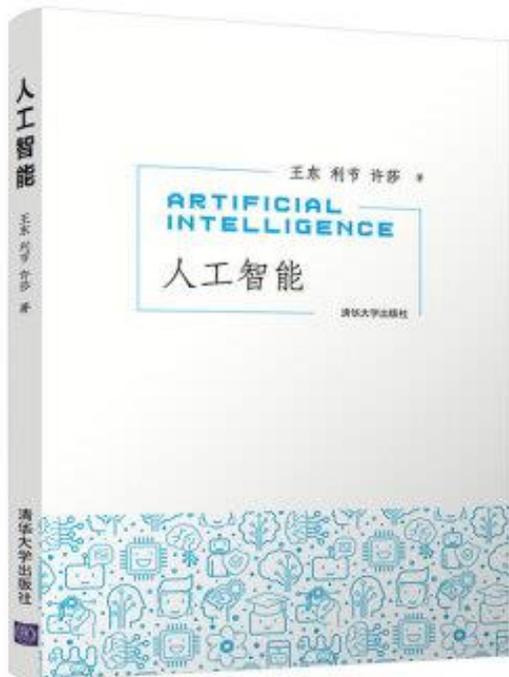
认识你的脸

利节



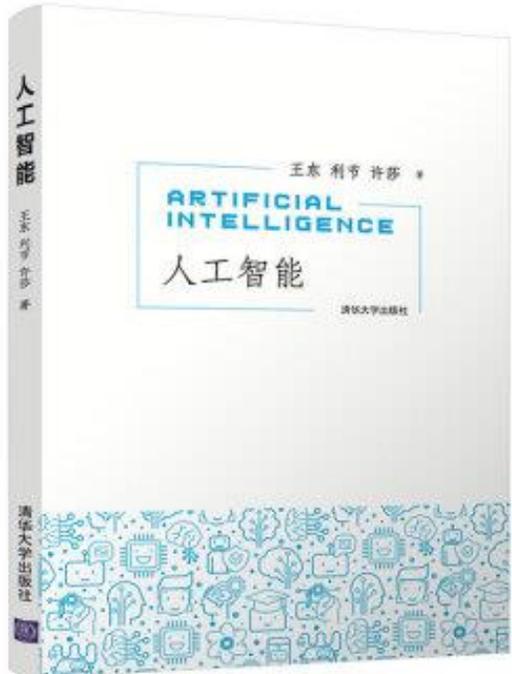
目 录

- 人脸识别概述
- 基于特征脸的人脸识别
- 基于深度学习的人脸识别
- 深度神经网络的其他应用



目 录

- 人脸识别概述
- 基于特征脸的人脸识别
- 基于深度学习的人脸识别
- 深度神经网络的其他应用



人脸识别概述

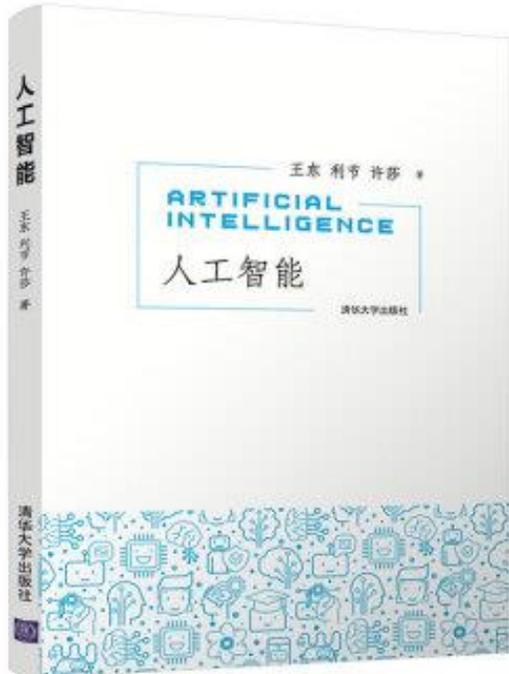
1) 什么是人脸识别

2015年3月16日



2017年10月22日



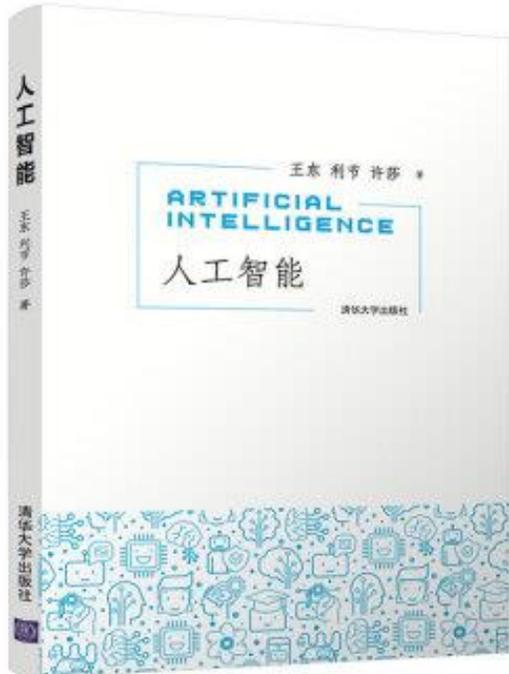


人脸识别概述

1) 什么是人脸识别

人脸识别（Face Recognition），简单地说就是通过人的面部照片实现身份认证的技术。





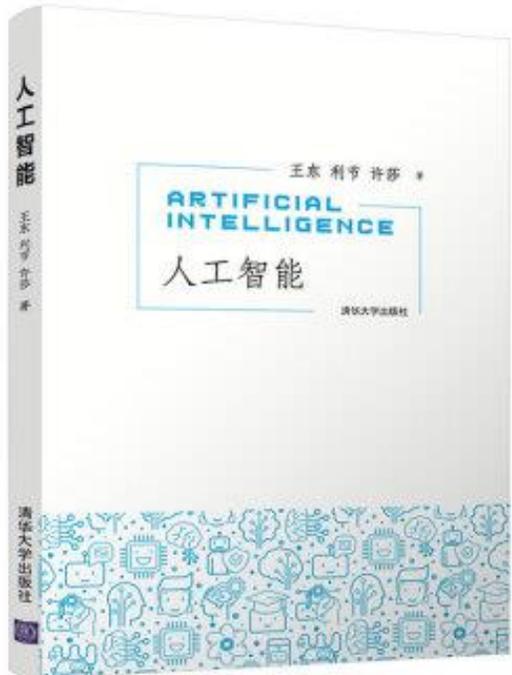
人脸识别概述

2) 人脸识别的分类

人脸识别可细分为两种认证方式，一种是身份确认（Verification），一种是身份辨认（Identification）。

在身份确认中，计算机需要对两张人脸照片进行对比，以判断他们是否是同一个人。

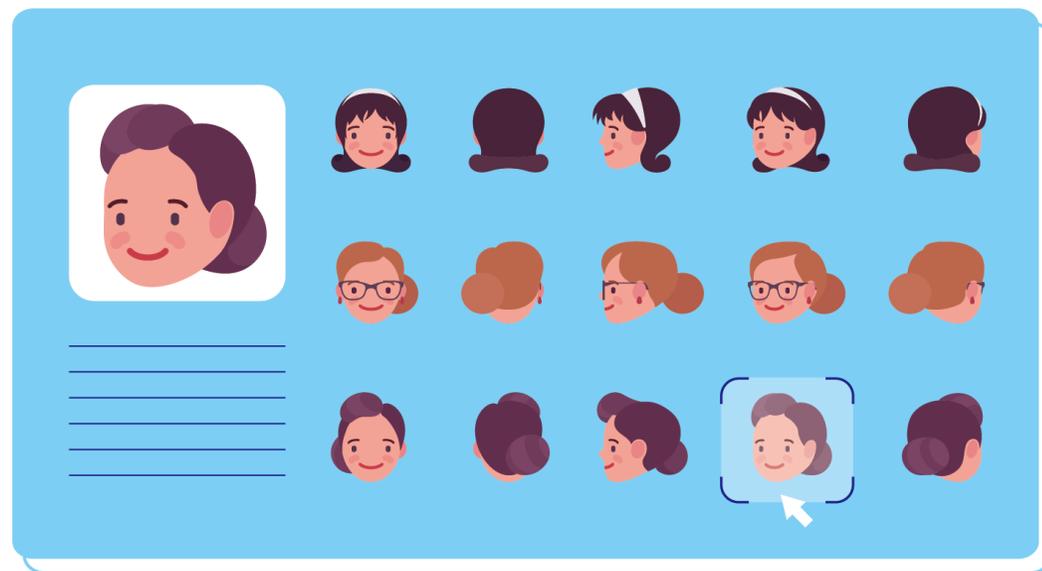


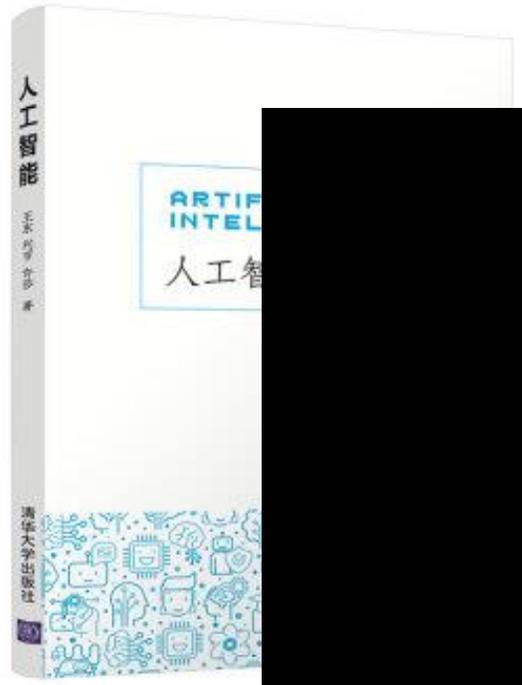


人脸识别概述

2) 人脸识别的分类

在身份辨认中，给定目标人的一张面部照片，计算机需要在一个庞大的照片数据库中进行搜索，找到和给定照片最相近的照片，从而判断出目标人的身份。这一认证方式一般用于公共安全领域，如刑侦领域的嫌疑人排查。

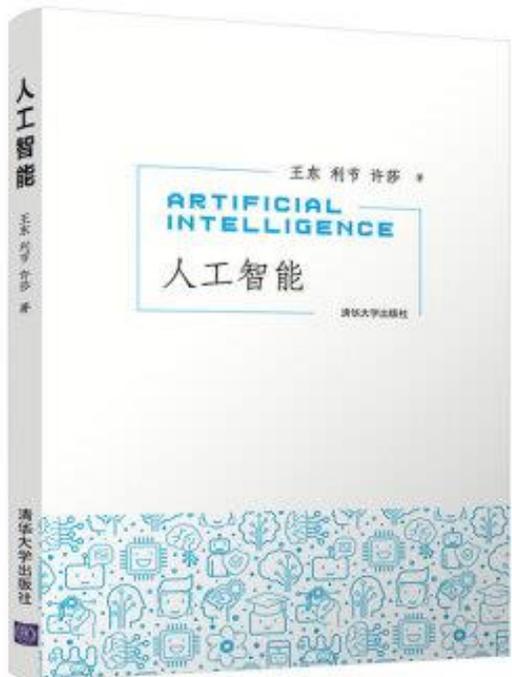




人脸识别概述

3) 人脸识别系统

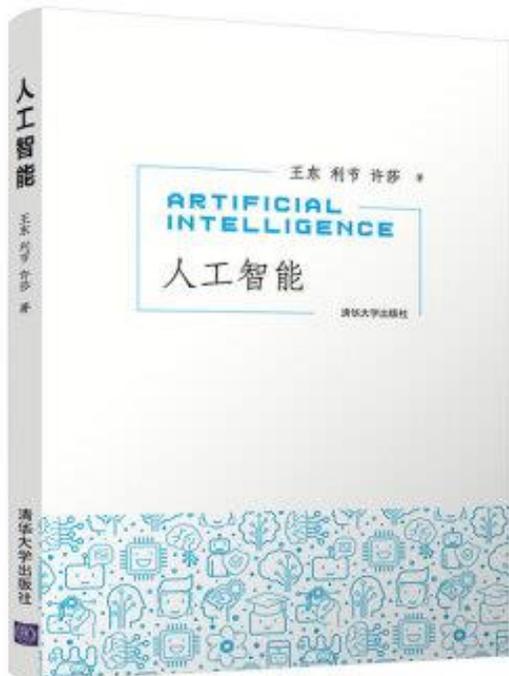
计算机识别人的身份也需要这样几个步骤：图像采集、数据预处理（包括人脸定位和正规化等）、特征提取、模式匹配。



人脸识别概述

3) 人脸识别系统

计算机识别人的身份也需要这样几个步骤：图像采集、数据预处理（包括人脸定位和正规化等）、特征提取、模式匹配。



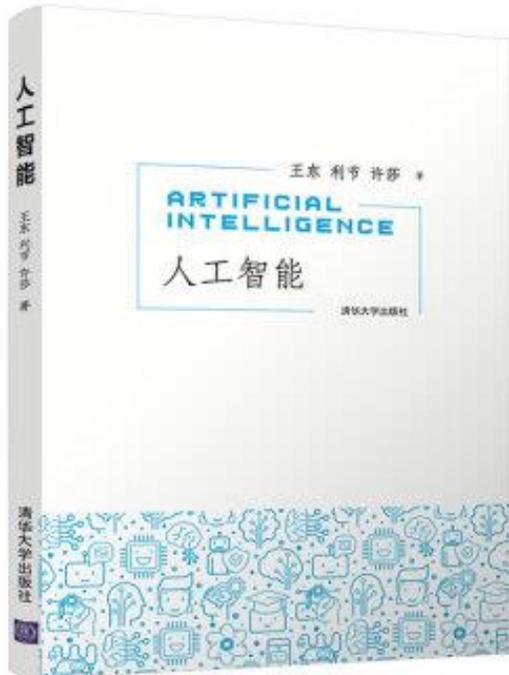


人脸识别概述

4) 人脸识别简史

(a) 心理学和神经学研究

人脸识别的早期工作是研究人类如何识别人脸，主要由心理学家和神经科学家完成。总体来说，科学家现在已经知道，大脑的“梭状回”（fusiform gyrus）是负责人脸识别的主要神经区域。



人脸识别概述

4) 人脸识别简史

(b) 模式识别时代 (1956-1993)

早期人脸识别研究开始于上世纪60年代末。当时的研究可分为两个主要方向：基于几何特征的识别和基于模板匹配的识别。

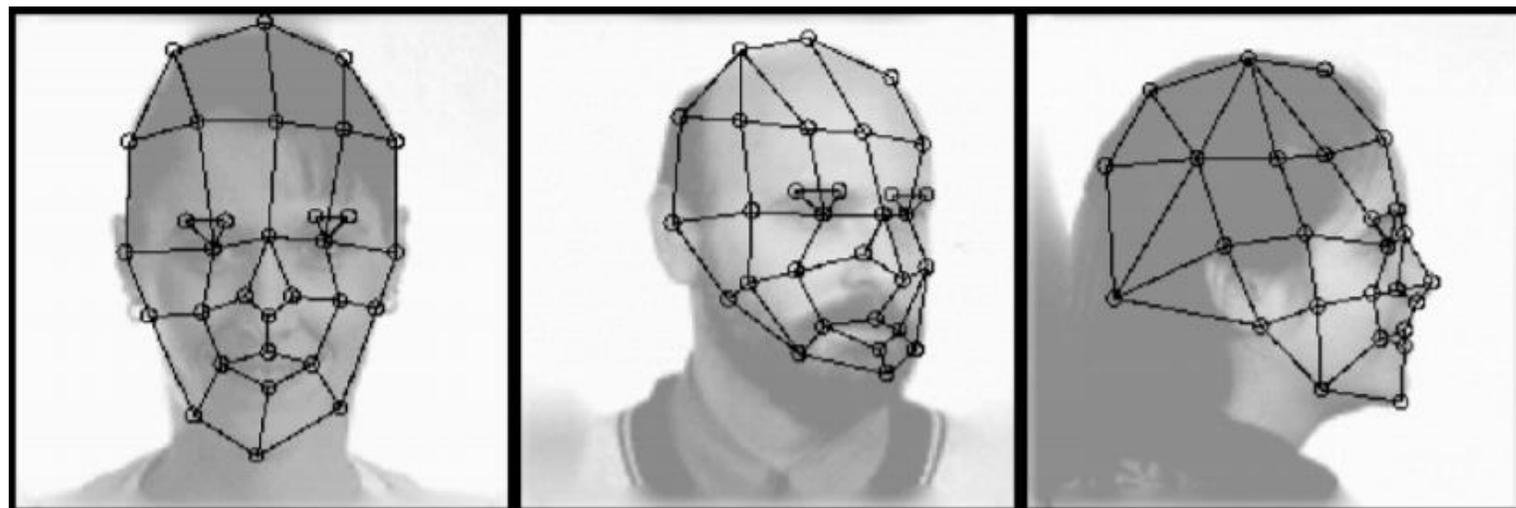


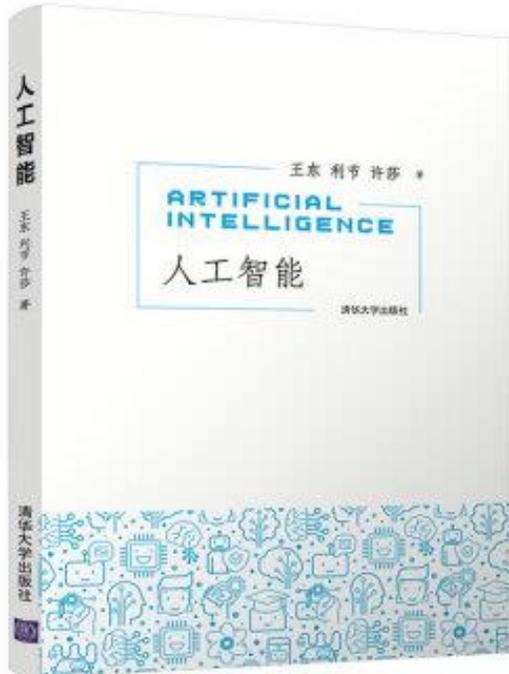
人脸识别概述

4) 人脸识别简史

(c) 统计模型时代 (1993-2000)

90年代后，人脸识别进入统计模型时代，最著名的统计模型方法是特征脸方法，由Turk等人于1991年提出。这一方法的主要思路是将一张人脸图片表示成若干有代表性的特征脸图片的加权和，取每张特征脸图片上的权重系数作为人脸特征。



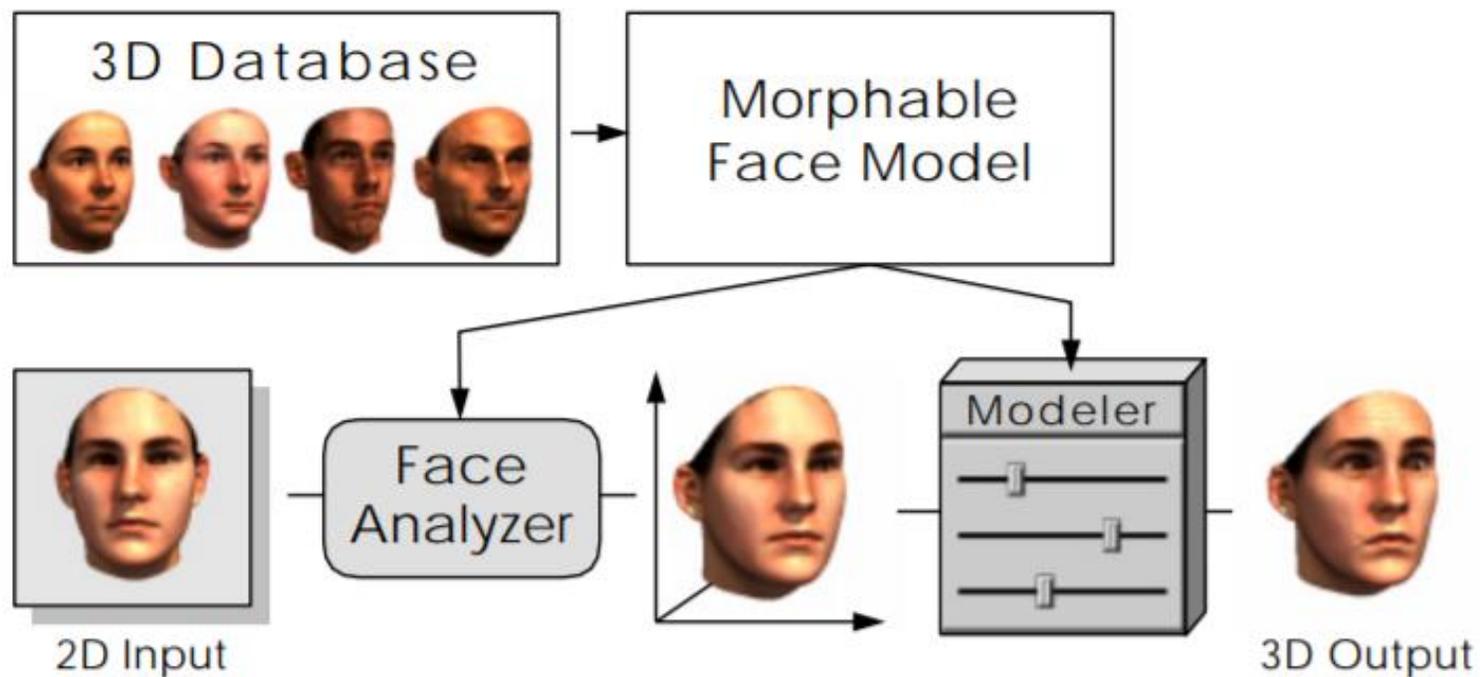


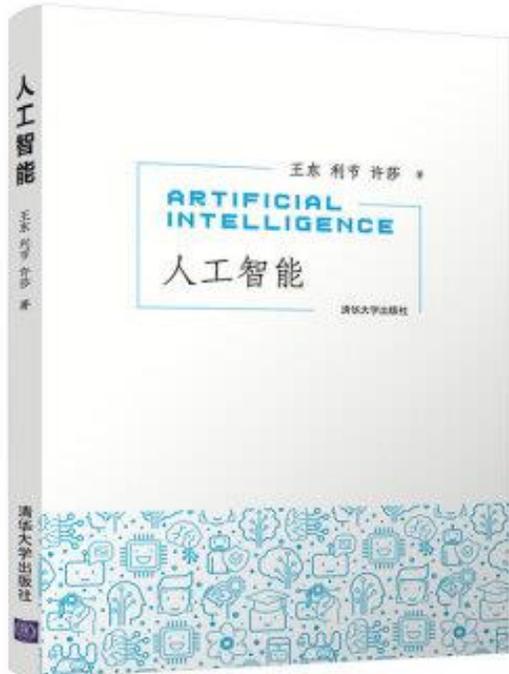
人脸识别概述

4) 人脸识别简史

(d) 机器学习时代 (2000-2013)

21 世纪的前十年，研究者开始关注真实场景下的人脸识别问题，基于大数据的机器学习模型开始受到重视，基于视频的人脸识别开始发展。



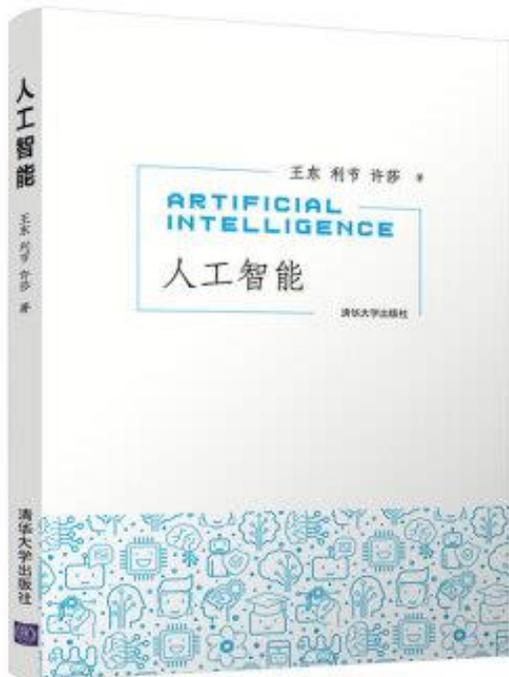


人脸识别概述

4) 人脸识别简史

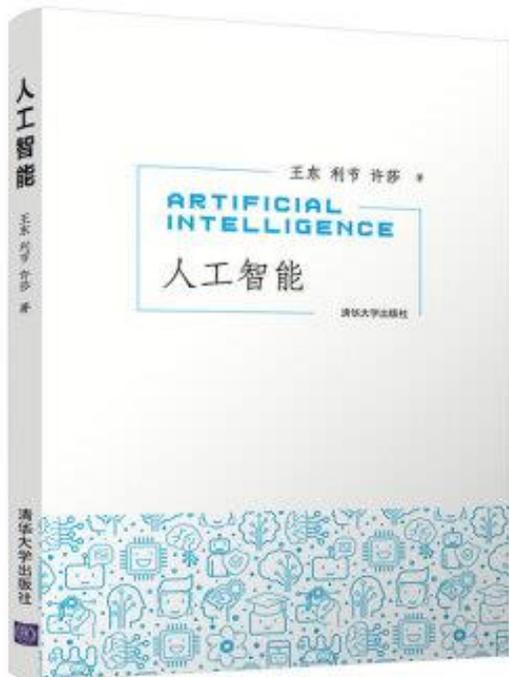
(e) 深度学习时代 (2014-2018)

深度学习具有强大的知识迁移能力。研究者可以基于一个目标分类数据库训练出一个基础网络，基于该网络，只需利用少量的人脸数据即可得到一个强大的人脸识别系统。



目 录

- 人脸识别概述
- 基于特征脸的人脸识别
- 基于深度学习的人脸识别
- 深度神经网络的其他应用



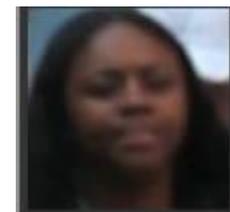
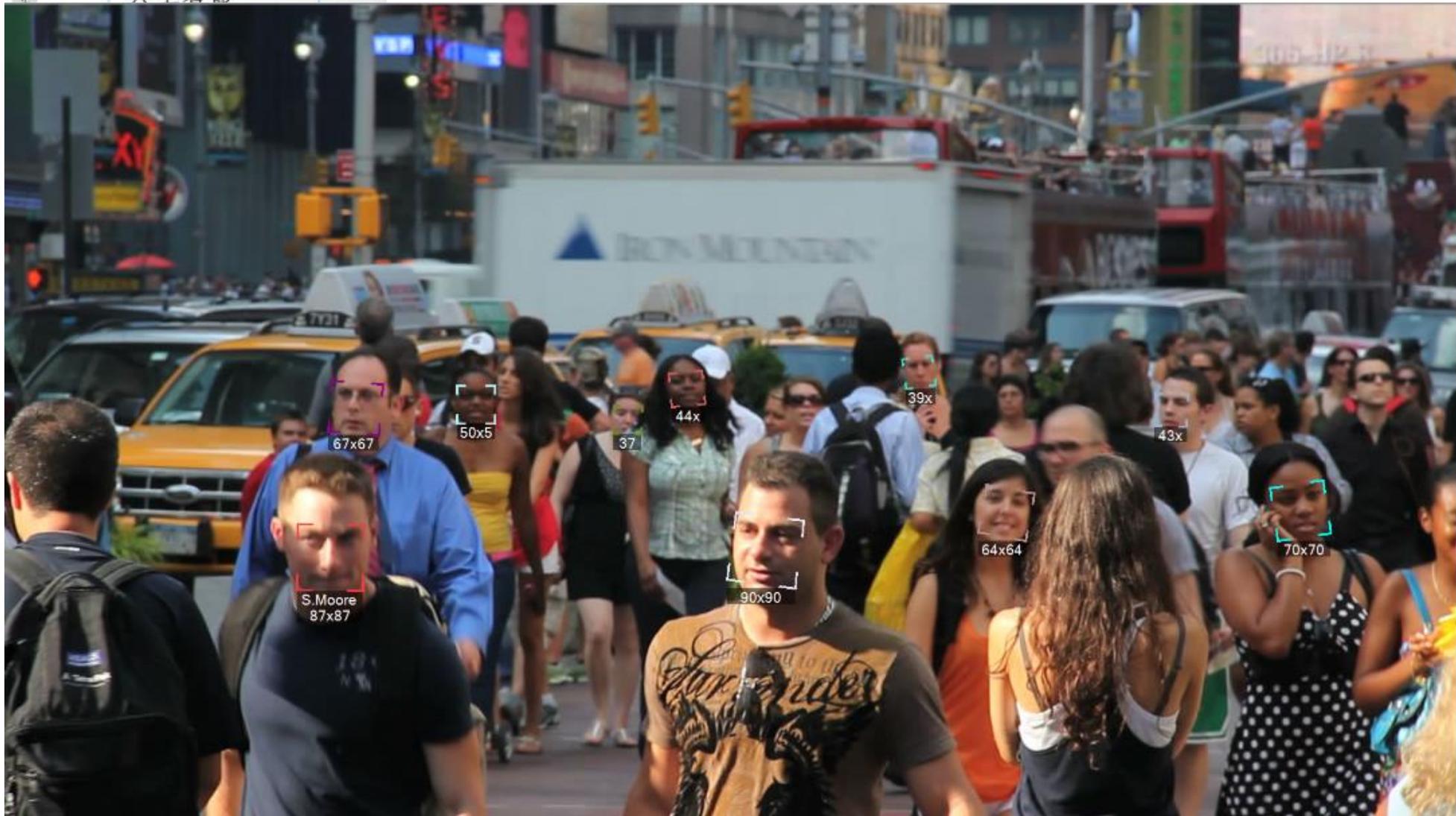
基于特征脸的人脸识别

一个人脸识别系统在识别过程中主要包括两个步骤：特征提取和模式匹配。特征提取用于找出人脸中比较突出的特征，组成特征向量；模式匹配基于提取得到的特征向量对两张人脸照片进行对比，并计算匹配度。

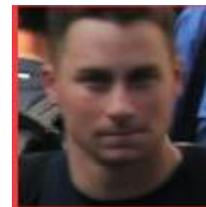
王冬 李节 等著
ARTIFICIAL INTELLIGENCE
人工智能

理解人脸识别之前，先来做个试验：

请大家在左边这张图中找右边这个人。



理解人脸识别之前，先来做个试验：
我们换张脸再试试。

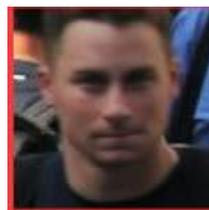
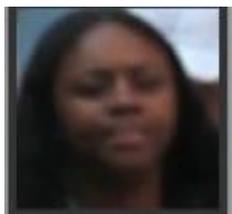




大家都很快找到这两个人，接下来我们思考一下，我们是怎么做到的。其实是有两步得到的。

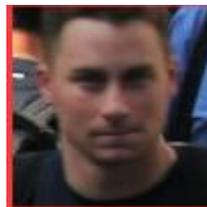
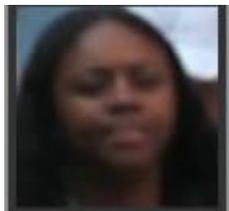
大家都很快找到这两个人，接下来我们思考一下，我们是怎么做到的。其实是有两步得到的。

1) 第一步是找出人脸的特征，如性别、肤色、发型、五官的形状等。先来看看左边这个人，估计是女性、黑色皮肤、长头发、短眉毛、瓜子脸。再来看看右边这个人，估计是男性、白色皮肤、短头发，粗眉、方脸。



大家都非常快速的找到这两个人，接下来我们思考一下，我们是怎么做到的。其实是有两步得到的。

1) 第一步是找出人脸的特征，如性别、肤色、发型、五官的形状等。先来看看左边这个人，估计是女性、黑色皮肤、长头发、短眉毛、瓜子脸。再来看看右边这个人，估计是男性、白色皮肤、短头发，粗眉、方脸。



2) 第二步是根据找到的特征去那张大图里面比对，取比对结果较高的。

大家都很快找到这两个人，接下来我们思考一下，我们是怎么做到的。其实是有两步得到的。

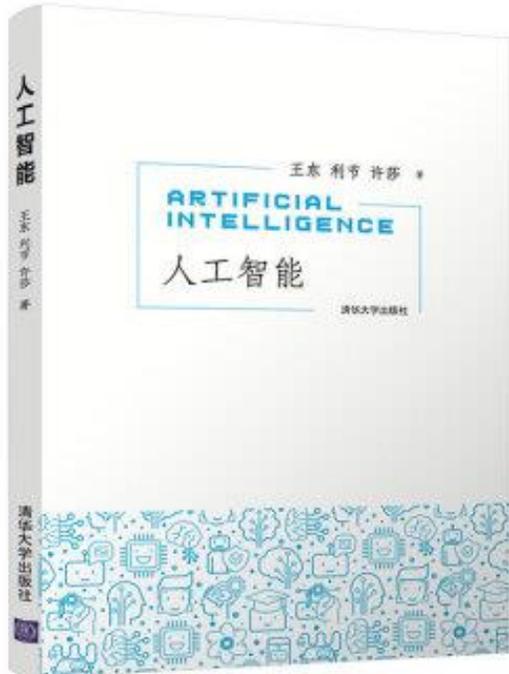
1) 第一步是找出人脸的特征，如性别、肤色、发型、五官的形状等。先来看看左边这个人，估计是女性、黑色皮肤、长头发、短眉毛、瓜子脸。再来看看右边这个人，估计是男性、白色皮肤、短头发、粗眉、方脸。

2) 第二步是根据找到的特征去那张大图里面比对，取比对结果较高的。

特征提取



分类

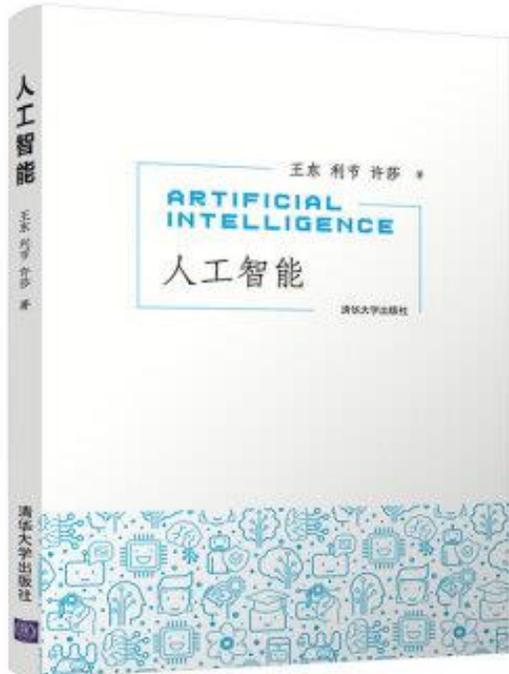


基于特征脸的人脸识别

1) 主成分分析 (PCA)

特征提取是从原始图像中提取出典型特征的过程。计算机“看”一幅图片时，看到的仅是一个个排列成矩形的像素（感光的最小单位）。

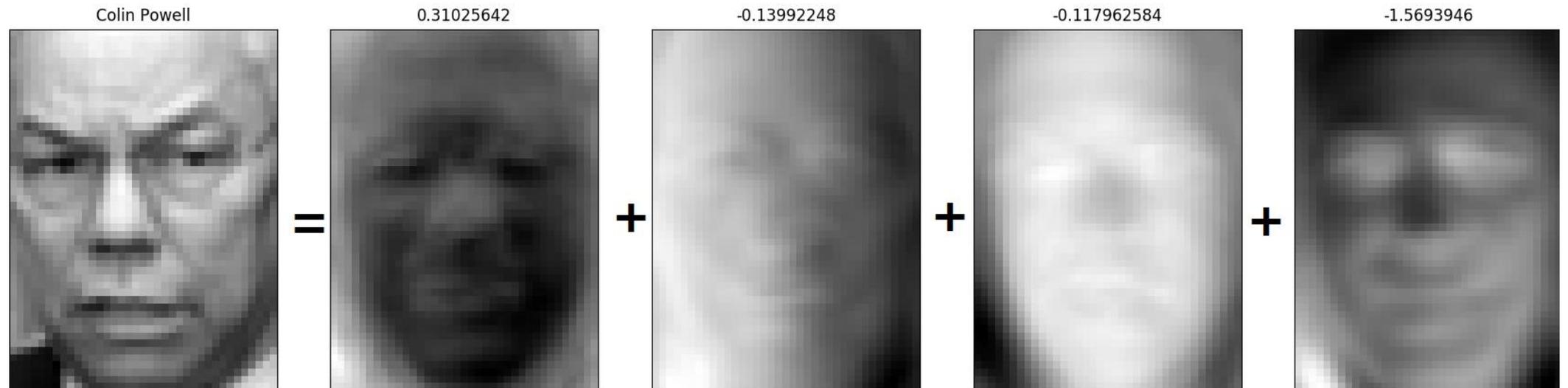
人脸识别研究者最初是通过人脸中眼、鼻、口等部件及其相互位置关系来提取特征的，但这种特征是局部的，对人脸的整体形状描述并不好。90年代后，研究发现将人脸图片作为一个整体来分析，提取整体特征会更好。其中最成功的一种方法是将一张人脸照片近似表示成若干典型人脸照片的加权和。

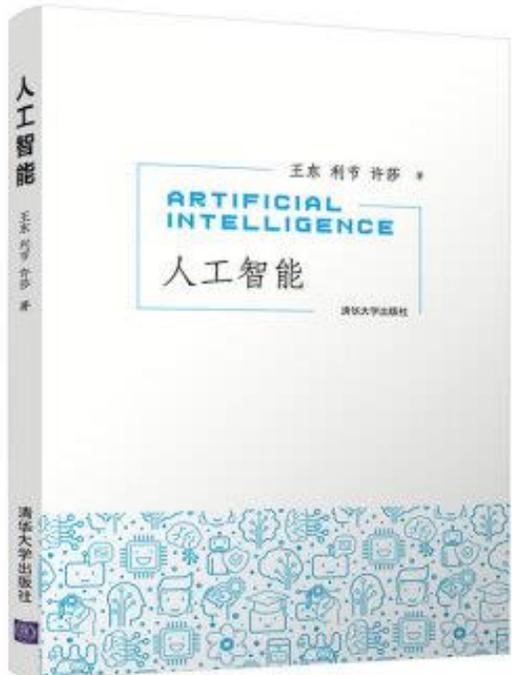


基于特征脸的人脸识别

1) 主成分分析 (PCA)

特征脸方法将一张人脸照片近似为典型人脸的加权和。这些典型人脸称为特征脸。这一加权和可表示为“人脸照片 \approx 特征脸1的权重 \times 特征脸1 + 特征脸2的权重 \times 特征脸2 ...”。对任何一张人脸照片，将其分解为特征脸加和后，所有权重构成了对该人脸照片的简洁表达，即是特征脸方法所提取的特征向量。



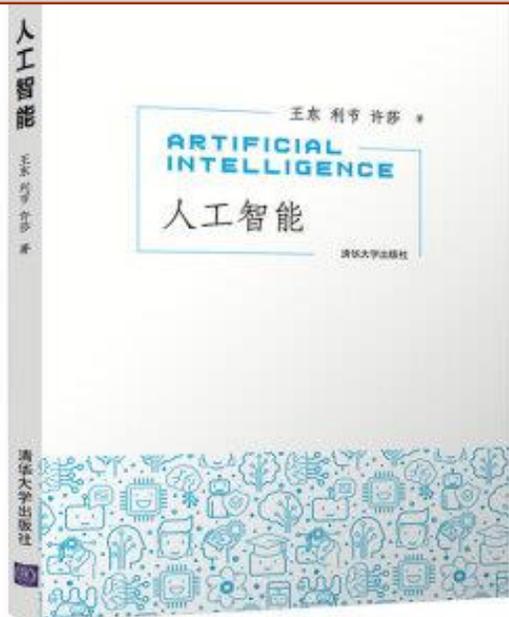


基于特征脸的人脸识别

2) 支持向量机 (SVM)

机器学习中，对数据所属类别进行区分称为分类 (Classification)。例如，对人脸照片的性别进行区分，对动物照片中的动物种类进行区分，对音乐的类型进行区分等等，都是分类任务。完成分类任务的机器学习模型一般称为分类器 (Classifier)

机器学习领域有很多种分类器，支持向量机 (Support Vector Machine, SVM) 是应用最广泛，性能最稳定，分类能力最强大的分类器之一。

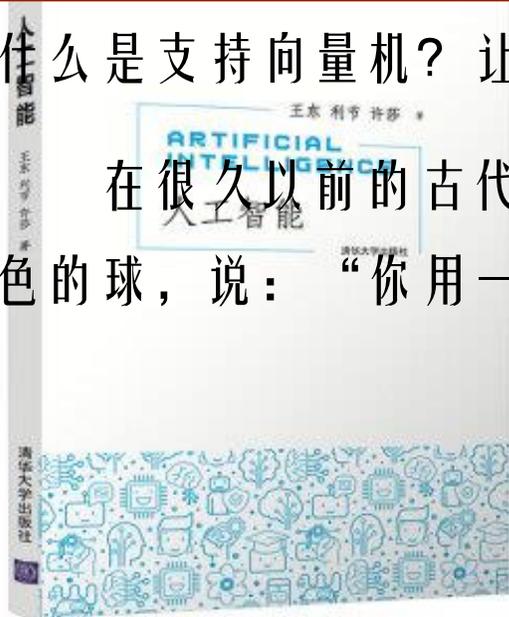
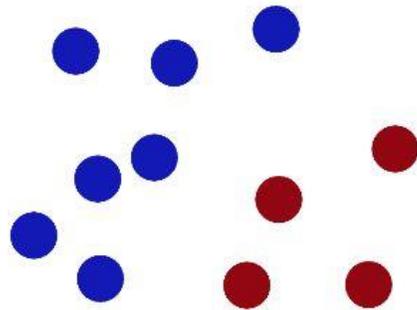


如何把EiganFace方法提取了人脸特征分成不同人呢？常用的分类器之一是SVM。



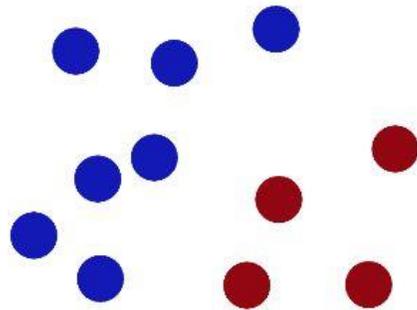
什么是支持向量机？让我们来讲个故事：

在很久以前的古代，一个侠客和魔王采用游戏的方式对决，魔王在桌子上似乎有规律放了两种颜色的球，说：“你用一根棍分开它们？要求：尽量在放更多球之后，仍然适用。”

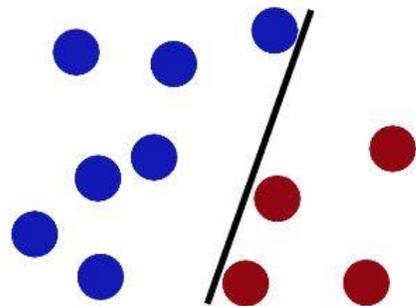


什么是支持向量机？让我们来讲个故事：

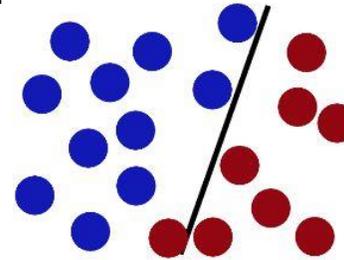
在很久以前的古代，一个侠客要去解救困在魔王宫殿里的爱人，魔王和他采用游戏的方式对决，魔王在桌子上似乎有规律放了两种颜色的球，说：“你用一根棍分开它们？要求：尽量在放更多球之后，仍然适用。”



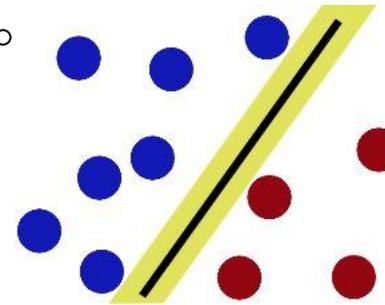
于是，侠客这样放。



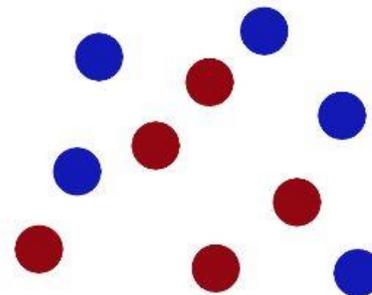
魔王继续往桌上放入更多的球，貌似有球出错了



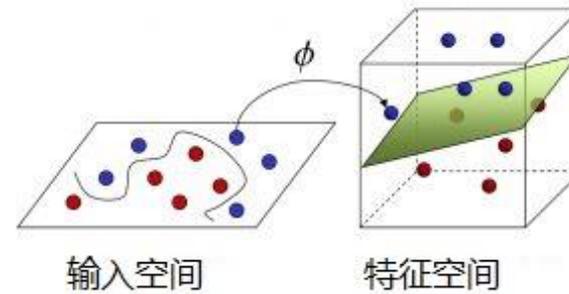
SVM 就是试图把棍绑在最佳的位置，好让棍的两边有可能大的间隙，才能更好的把球分开。现在即使魔王放了更多的球，棍仍然是一个好的分界线。



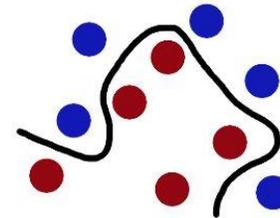
在SVM 工具箱中有另一个更加重要的 **trick**。魔王看到侠客已经学会了一个trick，于是魔王给了侠客一个新的挑战。



现在，侠客没有棍可以很好帮他分开两种球了，现在怎么办呢？当然像所有武侠片中一样侠客桌子一拍，球飞到空中。然后，凭借侠客的轻功，侠客抓起一张纸，插到了两种球的中间。



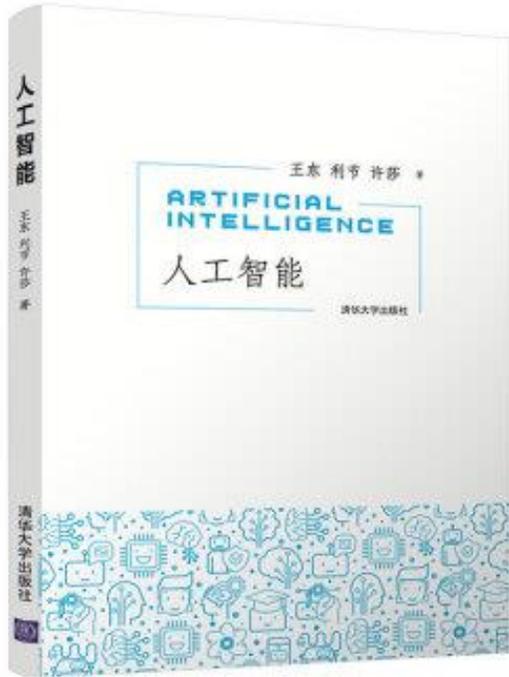
现在，从魔王的角度看这些球，这些球看起来像是被一条曲线分开了。



把这些球称为数据（**data**），棍子称为分类器（**classifier**），最大间隙trick称为寻优（**optimization**），拍桌子称为核处理（**kernel process**），那张纸称为超平面（**hyperplane**）。

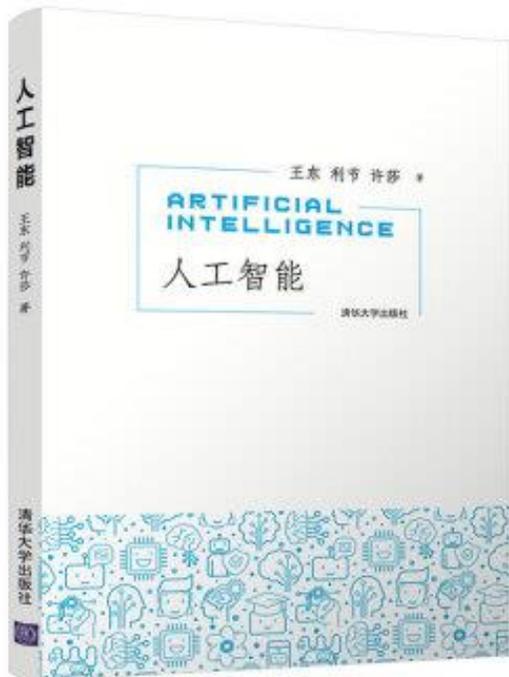
p.s. 要看这个侠客的高强武功可以点击视频 <https://youtu.be/3liCbRZPrZA>

基于特征脸的人脸识别



将SVM应用于人脸识别任务时，我们首先用PCA提取特征，再将这些特征送入SVM分类器即可完成识别。

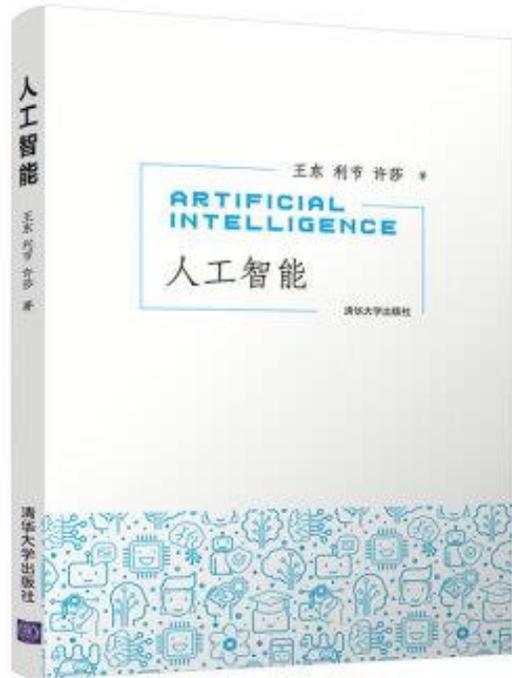
值得说明的是，PCA特征可后接任何分类模型，并不限于SVM；另一方面，SVM作为分类器，也可以接受任何特征，包括早期的局部几何特征和后来的描述子特征（如LBP等）。然而，PCA特征与SVM分类模型确实是非常有效的组合，被广泛用作人脸识别研究的基线系统。



目 录

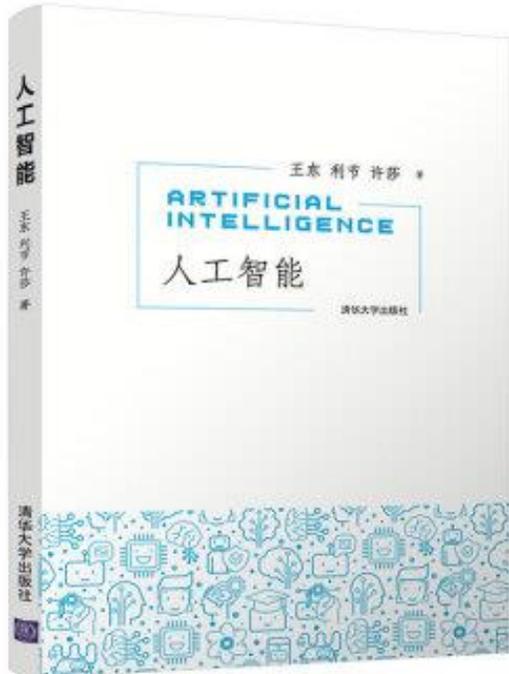
- 人脸识别概述
- 基于特征脸的人脸识别
- 基于深度学习的人脸识别
- 深度神经网络的其他应用

基于深度学习的人脸识别



1) 神经网络的故事

19世纪40年代，受人类神经系统启发，研究者提出人工神经网络模型（Artificial Neural Network, ANN）。当时科学家们已经知道人脑由众多神经元构成，单个神经元的结构基本相同，如图2.11所示。神经元之间通过树突和轴突结构互相连接，形成复杂的连接结构。正是这些复杂的连接实现了人类的记忆、推理等复杂功能。这说明在人类神经网络中，各种信息和知识表现在连接结构上，而非神经元本身。



基于深度学习的人脸识别

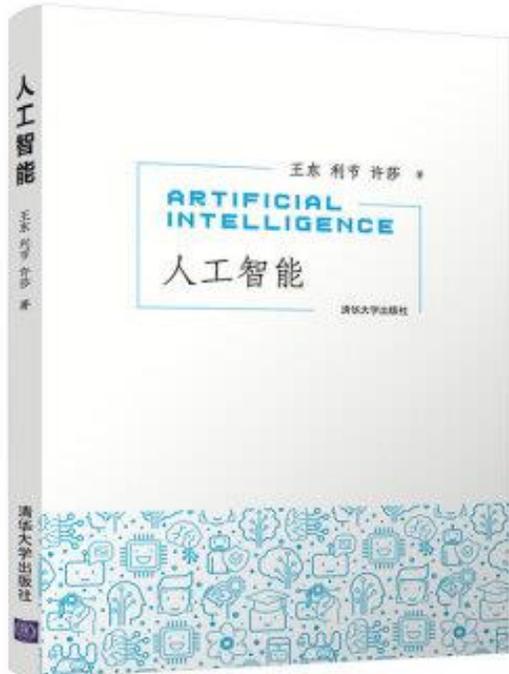
2) 神经网络结构

为更好地描述神经网络的结构，我们介绍一种最常用的多层感知器（MLP）模型。该模型是一种层次网络，每一层输出经过一个非线性函数后作为下一层的输入，由此实现信息的逐层传导。这一传导过程也是非线性函数的复合过程，因此可表示非常复杂的函数关系。MLP的第一层节点称为输入层，最后一层节点称为输出层，中间层节点称为隐藏层。每一个节点上的非线性函数也称为激发函数。研究表明，一个包含一个隐藏层的MLP，只要隐藏节点数足够多，即可近似任何连续函数。

基于深度学习的人脸识别

2) 神经网络结构

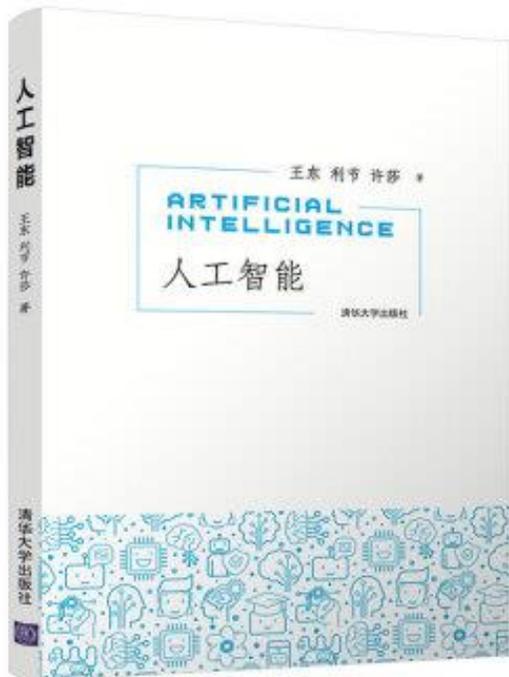




基于深度学习的人脸识别

3) 深度学习

2006年，Hinton 等人在 *Neural Computation* 上发表了一篇文章阐述了如何通过逐层学习方法生成一个深度信任网络 (Deep Belief Network, DBN)，并证明这种深度网络具有很强的数据表征能力。随后，Hinton 等又发现基于该方法可对多层神经网络进行预训练，得到深度神经网络 (Deep Neural Net, DNN)。从此以后，包括 DBN、DNN 在内的深层模型开始被广泛应用于机器学习的各个领域，取得了一系列令人瞩目的成就。一般来说，我们将基于深层模型的机器学习方法称为深度学习。这里的深层模型既可以是神经网络的，也可以是概率模型的，但目前最成功的深层模型大部分是神经网络的。



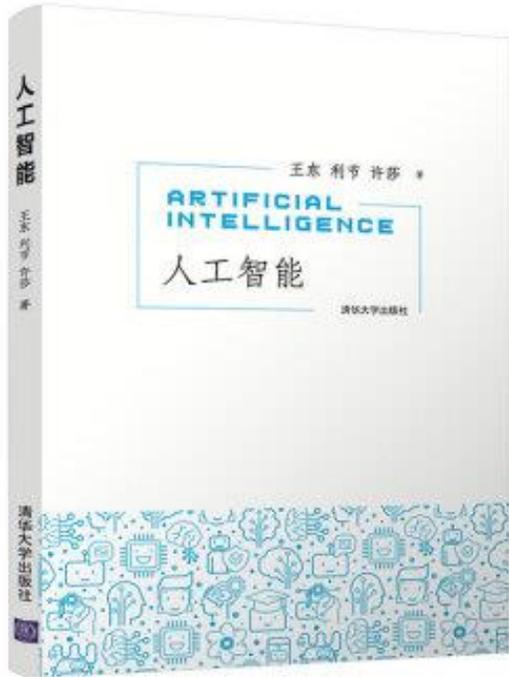
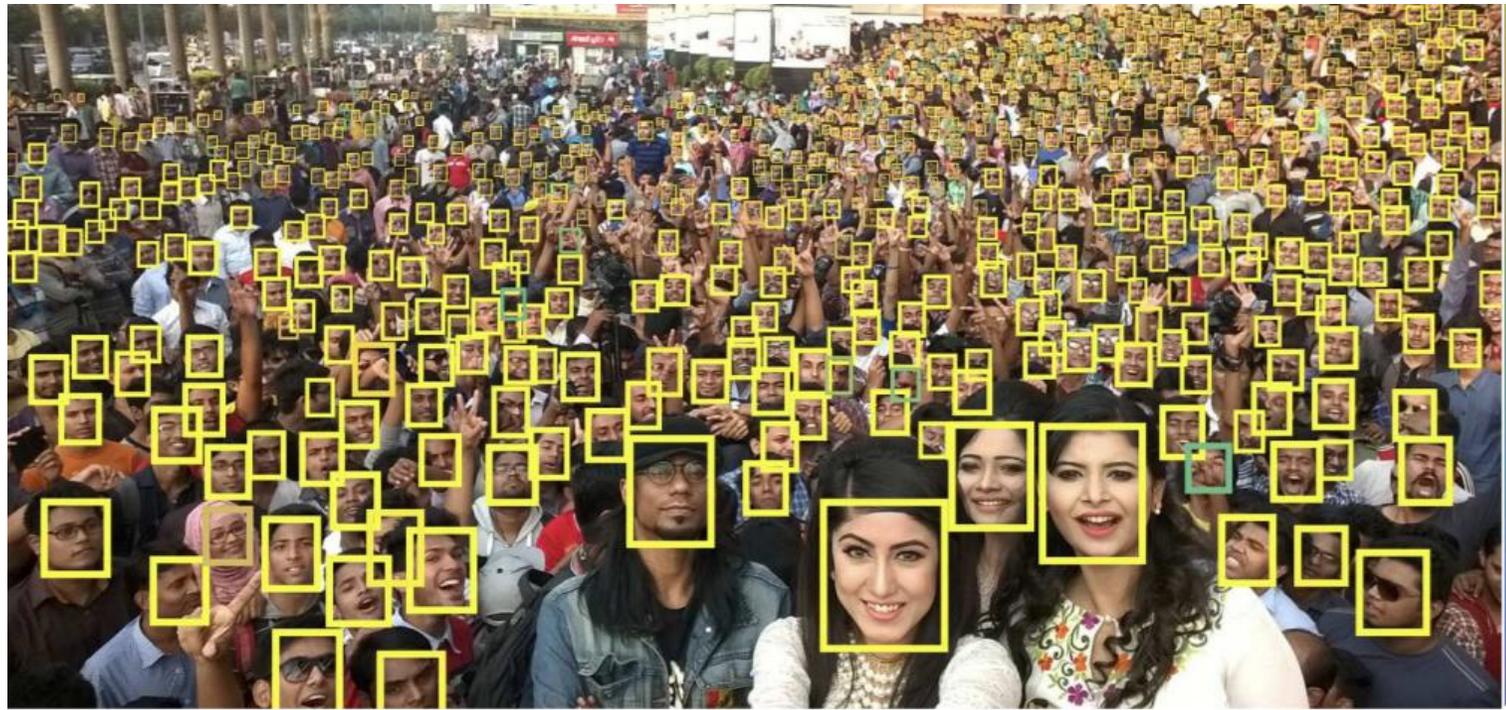
目 录

- 人脸识别概述
- 基于特征脸的人脸识别
- 基于深度学习的人脸识别
- 深度神经网络的其他应用

深度神经网络的其他应用

1) 人脸检测

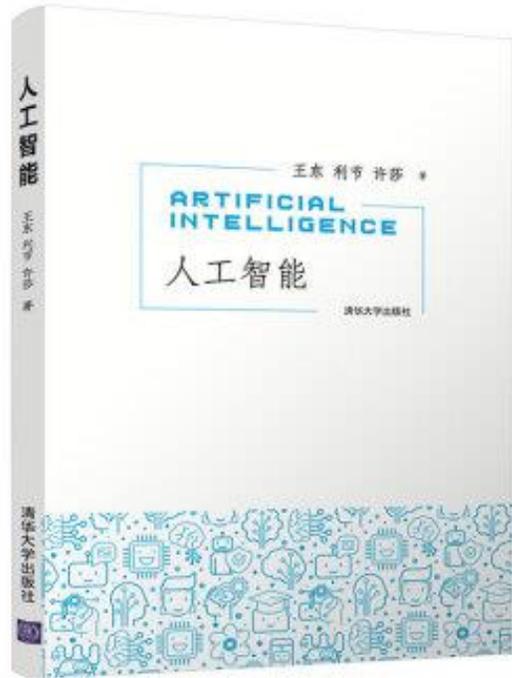
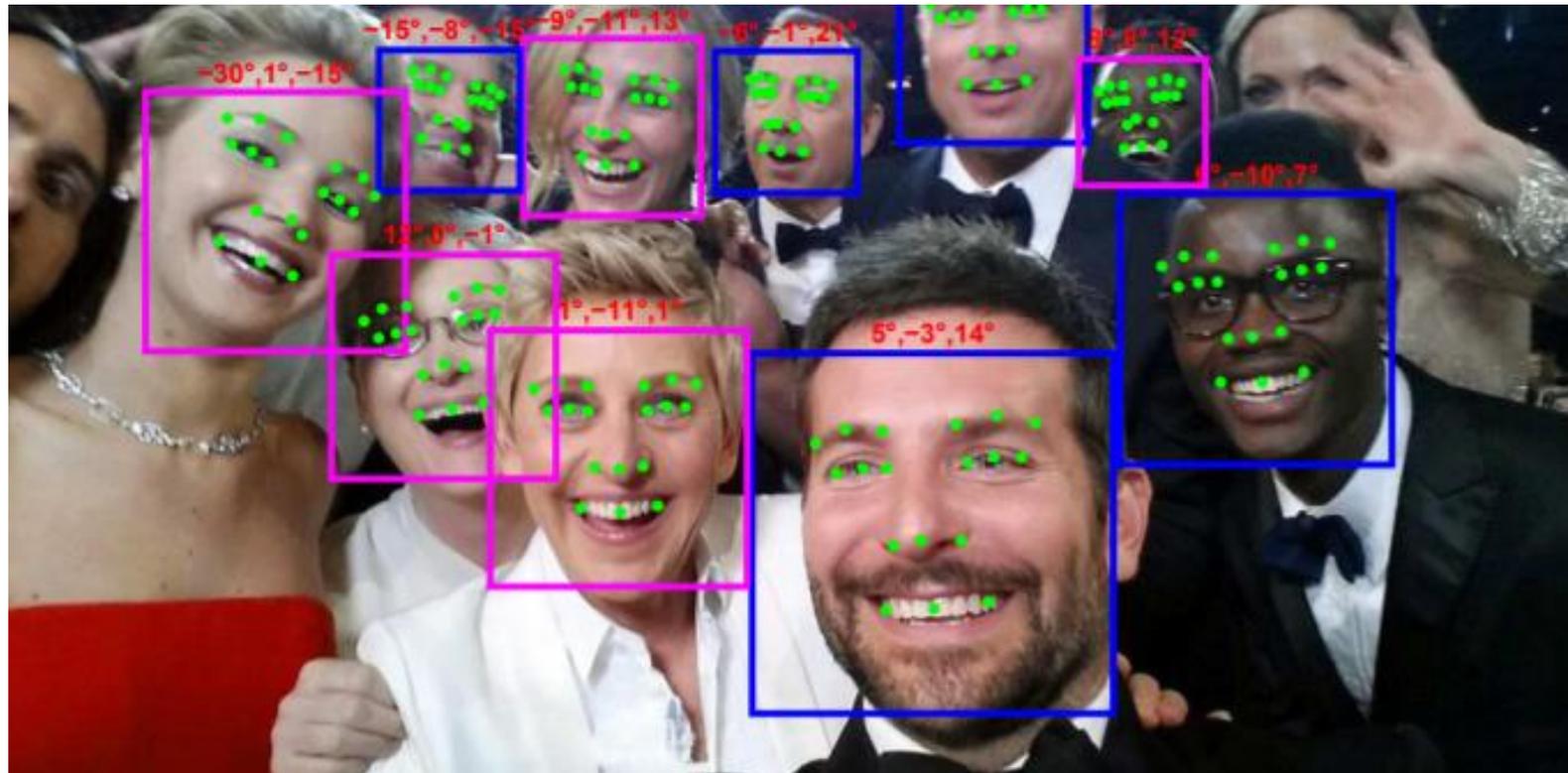
2017年，CMU团队利用Deep CNN定位和提取人数密集场景中不同大小的人脸，达到了非常高的精度。通过将不同尺度的CNN联合起来，可以实现从一张照片中检测出出现的所有大大小小的人脸，其中最最小的人脸区域只有 3×3 个像素。

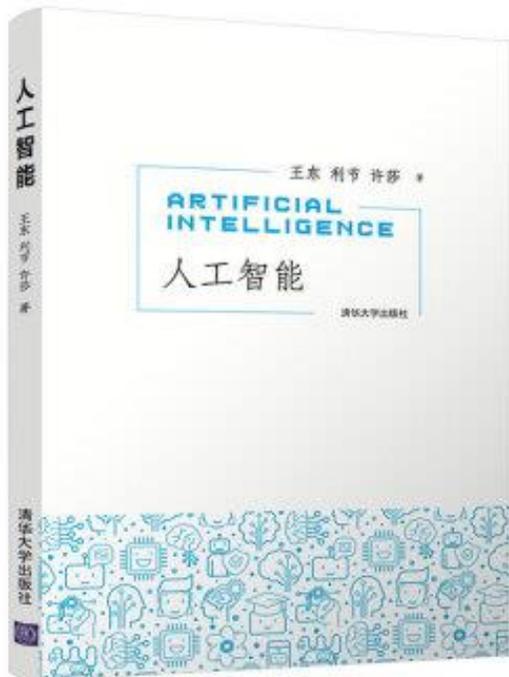


深度神经网络的其他应用

1) 人脸检测

2017年，马里兰大学的Ranjan等人提出了HyperFace系统。该系统在实现人脸检测的同时，还可以标注人脸上的关键点，进行姿态识别和性别识别。

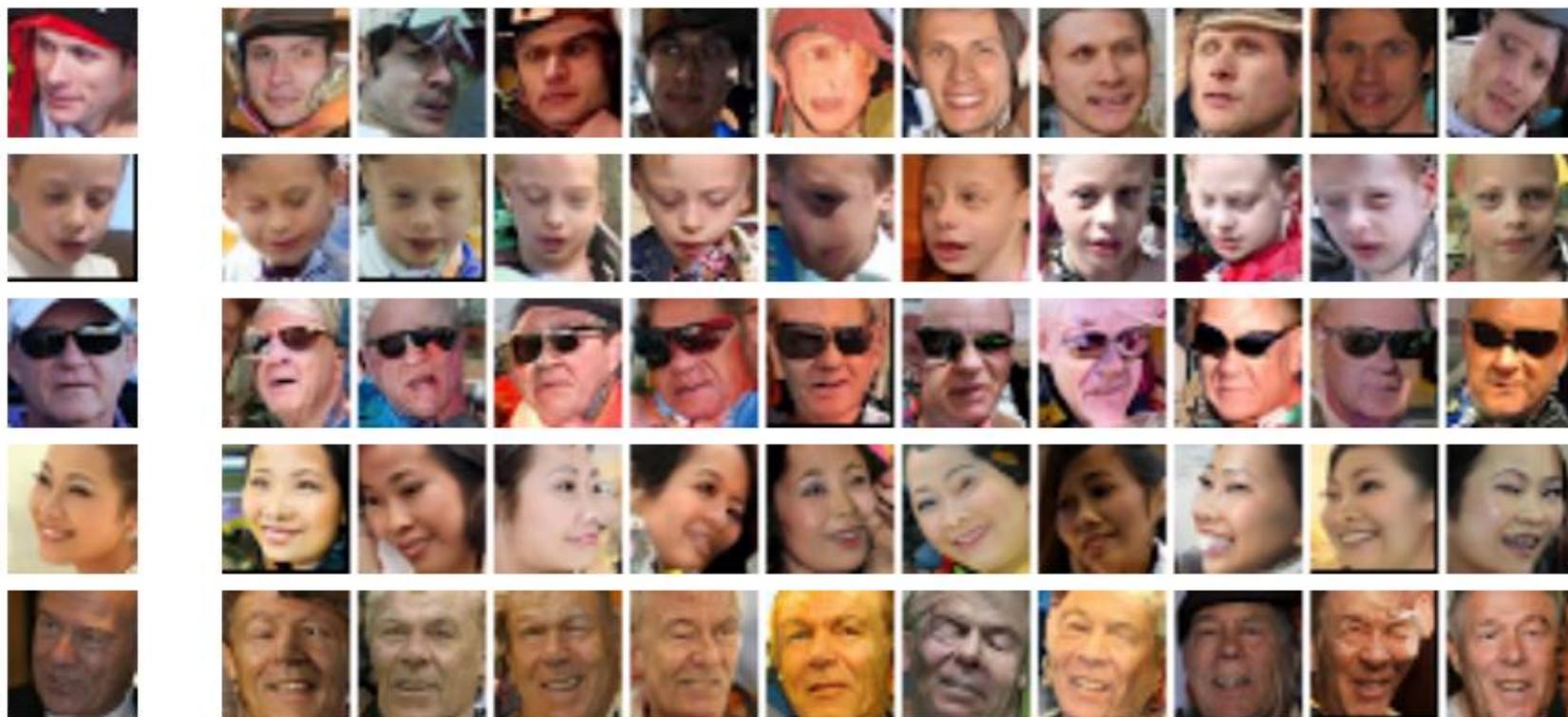




深度神经网络的其他应用

2) 图像生成

Van 等人用Pixel CNN 生成同一类型的风景图片或同一个人不同姿态的照片。该网络确实可以合成逼真的人脸照片，这些照片与输入的真实照片极为相似，但角度、姿态、表情、服饰等各有不同。



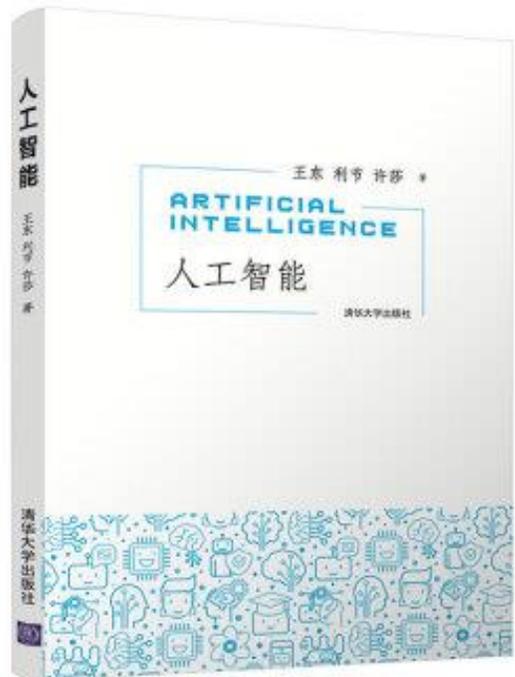


深度神经网络的其他应用

3) 图像风格转换

2016年，Gatys等人基于深度神经网络提出了一种非常有趣的图片风格转换方法。该方法假设一幅图的风格主要表现为同一层次的不同特征、以及同一特征的不同位置之间的相互关系。





The end !