

电脑看图的基本功

本课讲的不是一篇文章，而是一门课。2015 年，斯坦福大学的李飞飞和她的学生 Karpathy 开了一门教电脑看图的课，叫 CS231n。他就是第 1 课的作者。这一课是“看图 AI”的总复习。

适合 10 岁左右

约 40 分钟

需要：方格纸、彩笔、20 张小纸片、1-2 位同伴

1 热身：数字里藏着一幅画

下面是一张写满数字的表格。把写着 1 的格子涂黑，写着 0 的格子不涂。涂完看看，藏的是什么？

0	1	1	0	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0

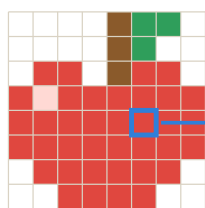
我涂出来的是：_____

提示：从第 1 行开始，一行一行涂。

在电脑眼里，一张图就是一大张数字表格。CS231n 这门课，就是教电脑从这堆数字里认出东西。

2 电脑眼里的图片：一大张数字表格

把照片放大很多倍，会看到一个个小方格。每个小方格叫一个**像素**，只有一种颜色。彩色的点要用 3 个数记：红光、绿光、蓝光各有多亮。每个数从 0（不亮）到 255（最亮）。



8x8 的像素苹果

这一个小格是 3 个数：

红 230

绿 40

蓝 40

比如红色是 255、0、0，白色是 255、255、255，黑色是 0、0、0。CS231n 的讲义常用一种 32x32 格的小图，一共有 3072 个数。手机照片的数字就更多了。

3 最简单的办法：找最像的那张

最简单的认图办法是：先记住很多张标好答案的照片。来了新图，就和每张照片比一比，抄**最像的那张**的答案。这叫**最近邻**，意思是“找离得最近的邻居”。比法是把对应格子的数相减，差得越少越像。



问题来了：它被背景骗了

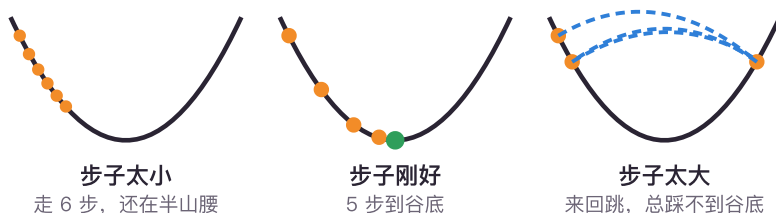
上图是示意。最近邻会说：“这是狗！”它只比格子的颜色，背景占的格子多，就说了算。照片挪一挪，数字也全变了。而且每认一张图，都要和所有照片比一遍，很慢。所以 CS231n 马上换了个办法：**学会打分**。

4 打分，然后蒙着眼睛下山

新办法给每种答案打一个分。看到一张猫的图，电脑可能打出：猫 3 分、狗 5 分、车 1 分（示意）。狗的分最高，它就答错了。错了多少也变成一个数，叫**损失**，也可以叫“错误分”。**错误分越小越好**。

打分靠的是电脑里很多个**旋钮**（第 4 课讲过）。怎么调旋钮？想象你蒙着眼睛站在山坡上，山有多高就是错误分有多大。你只能用脚感觉哪边往下最陡，再往那边走一小步。然后再感觉，再走。

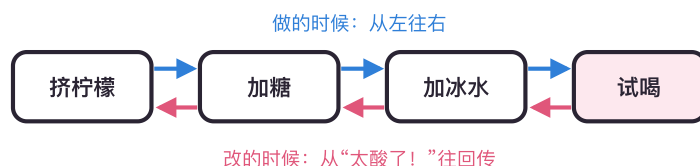
这个办法叫**梯度下降**。“梯度”就是“哪边最陡、陡多少”。第 1 课里电脑猜错了就“悄悄调整自己”，用的就是它。每步迈多大，叫**学习率**。步子大小很要紧：



电脑里的“山”有几百万个方向，每个旋钮一个。办法还是一样：**每个旋钮都往“少错一点”的那边拧一小下**。

5 反向传播：从错误往回传话

还有个难题：几百万个旋钮，每个该往哪边拧、拧多少？电脑用的办法叫**反向传播**。我们用一个做柠檬水的小队来想（示意）：



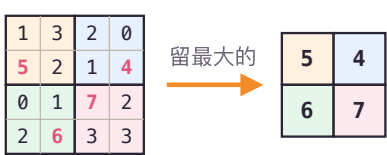
试喝的人说：“太酸了！”这句话往回传。加冰水的人想：“水影响小，我少改一点。”加糖的人想：“糖影响大，我多加一些。”挤柠檬的人收到：“柠檬汁多了。”下次少挤一点。每个人只要知道两件事：**传回来的话**，和**自己这一步影响多大**。电脑从最后的错误分开始一站一站往回算，走一趟就算出所有旋钮该怎么拧。

6 卷积网络的积木

CS231n 教的**卷积网络**，是用几种积木一层层搭起来的。好几种你已经认识了：

积木	做什么	在哪课见过
小窗口（卷积）	一个小窗口在图上一格一格扫，找一种小花纹。	第 8 课
缩小汇总（池化）	把图缩小，只留下最要紧的数。见下图。	新积木
近路	给几层修一条近路，让很深的网络也能练好。	第 9 课
请假	练习时零件随机请假，防止死记硬背。	第 3、12 课

池化是新积木。它把图切成 2×2 的小块，每块 4 个数只留最大的 1 个。图的宽和高都缩成一半，要算的数少了很多。池化没有旋钮，不用学。



小窗口还很省旋钮，因为同一个窗口在整张图上到处用。讲义拿 AlexNet 第一层算过：每个位置配自己的窗口，旋钮会超过 1 亿个；到处共用，只要约 3.5 万个。

7 一门向全世界敞开的课

2012 年 AlexNet（第 8 课）赢了看图比赛后，很多人想学，却没有好教材。2015 年冬天，李飞飞和她的博士生 Karpathy 开出了 CS231n。2016 年，Justin Johnson 也加入讲课。讲义、作业和录像都在网上，全世界很多人靠它入了门。讲义里的例子正好有第 8、9 课的网络，还有专讲跳格小窗口（第 11 课）和请假（第 12 课）的小节。

这门课最特别的是**什么都自己写**：学生要亲手写出往前算和往回传，再用笨办法检查。Karpathy 认为，不懂往回传话，网络出了毛病就修不好。后来他又做了一套从零写代码的视频课，叫“Neural Networks: Zero to Hero”。

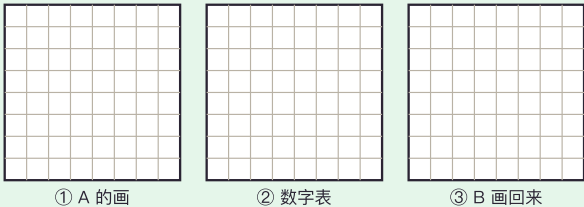
8 这和今天有什么关系

今天很多聊天 AI 能看图，但看图的部分很多已经不用卷积网络了。2020 年，有人把图切成小块，每块当成一个“字”。这些“字”交给第 13 课的 Transformer 去读。不过 CS231n 的基本功没过时：错误变成一个数，往回传话，顺着下坡调旋钮。训练今天的聊天 AI，用的还是这几样。这门课换了名字，2026 年春天还在开。

9 动手：方格纸像素画

玩法（2 个人，约 15 分钟，需要彩笔和铅笔）

1. 约好颜色代号：0 = 白，1 = 黑，2 = 红，3 = 黄，4 = 蓝。2. A 背着 B 在格子①里画一个图案，每格只涂一种颜色。
3. A 把每格换成代号写进格子②，只把②交给 B。4. B 只看数字，在格子③里涂色，再和①比一比。格子太小，就用最后一页附页上的大格子来玩。



记录：64 格里，B 涂对了 _____ 格。涂错的格子，是数字写错了，还是看错了？ _____

你会发现：只要数字没错，B 就能画出一模一样的图。电脑存照片、发照片，传的也只是数字。

10 动手：蒙眼下山

玩法（2—3 个人，约 15 分钟，需要 20 张小纸片）

1. “地图员”照下表在 20 张纸片背面写高度，按号码排成一排，写字的一面朝下。别让“下山的人”看见高度表。
2. 下山的人从 1 号出发。每步只能翻开左右正好隔“步子大小”张的两张纸片（一边没有就只翻一边）。
3. 哪张比脚下低就走过去，两张都低就走更低的。都不比脚下低，就停下。
4. 每轮从 1 号重来。第 4 轮停下后换小一号的步子：7 换 3，3 换 1。

号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
高度	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	4	6	8	9	10	11	12

第几轮	步子大小	走了几步	停在几号	那里多高	到谷底了吗
1	1 张				
2	3 张				
3	7 张				
4	先 7，再 3，再 1				

你会发现：小步子一定能走到谷底，但要走很多步。大步子走得快，却可能停在半山腰。先大步、再换小步，又快又能到底。科学家训练电脑时，也常常先大后小地调学习率。

11 词语小卡片

像素

图片上的一个小方格。彩色的像素用 3 个数记下红、绿、蓝有多亮。

损失（错误分）

把“错了多少”变成一个数。越小越好。

梯度下降（蒙眼下山）

每次往“少错一点”的方向拧一小下旋钮，一步一步走到谷底。

反向传播（往回传话）

从最后的错误往回，一站一站算出每个旋钮该怎么改。

12 想一想

1. “找最像的那张”为什么会把草地上的猫认成狗？你有什么办法让它不被背景骗？

2. 在“蒙眼下山”里，步子太大会怎样？太小会怎样？你最喜欢哪种走法，为什么？

3. CS231n 要学生自己写出每一步，不直接用现成工具。你学哪样东西时，也值得从头自己做一遍？

一句话记住：图片就是一大张数字表。电脑打分、往回传话、顺着下坡一小步一小步调旋钮，就学会了看图。

给家长和老师：本课讲斯坦福课程 [CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition](#)（2015 年冬季首开，李飞飞、Andrej Karpathy 主讲，2016 年 Justin Johnson 加入，现名 Deep Learning for Computer Vision）。讲义从 k 近邻、线性分类器、SGD、反向传播讲到卷积网络，作业要求用 numpy 手写前向/反向并做梯度检查。AlexNet 第一层不共享参数超过 1 亿，共享后 34,944；VGGNet 约 1.38 亿参数。

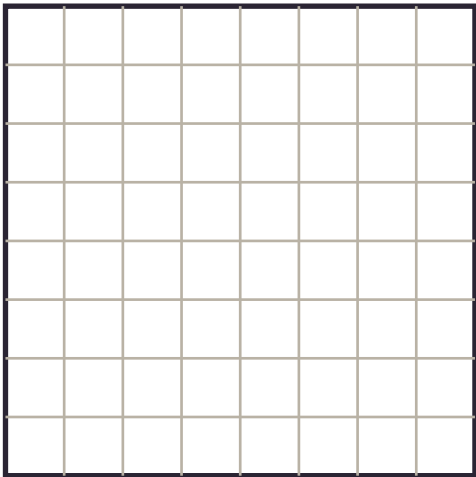
爱心数字表、像素苹果的 RGB 值、猫狗格子对比、打分卡、柠檬水小队、池化数字和山路高度都是示意；讲义的最近邻用 L1/L2 距离比较 CIFAR-10 像素。蒙眼下山答案：1 张步走 11 步停在 12 号（高 1）；3 张步走 4 步停在 13 号（高 2）；7 张步走 1 步停在 8 号（高 5）；先 7 再 3 再 1 共 3 步，停在 12 号（高 1）。热身答案是爱心。

详见本站 [第 28 天中文导读](#)，代码见开源项目 [30u30 第 28 天目录](#)（英文）· 极客教育 jikejiao.com 原创讲义 · 2026-10

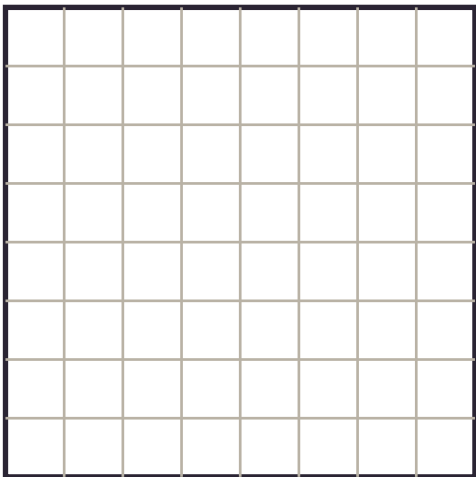
附 附页：像素画大格子

配合第 9 节“方格纸像素画”使用。颜色代号：0 = 白，1 = 黑，2 = 红，3 = 黄，4 = 蓝。可以剪开，A 拿①，B 拿③，②交给 B。

① A 的画



② 数字表（写颜色代号）



③ B 画回来

