

電腦看圖的基本功

本課講的不是一篇文章，而是一門課。2015 年，斯坦福大學的李飛飛和她的學生 Karpathy 開了一門教電腦看圖的課，叫 CS231n。他就是第 1 課的作者。這一課是「看圖 AI」的總複習。

適合 10 歲左右

約 40 分鐘

需要：方格紙、彩筆、20 張小紙片、1-2 位同伴

1 熱身：數字裡藏著一幅畫

下面是一張寫滿數字的表格。把寫著 1 的格子塗黑，寫著 0 的格子不塗。塗完看看，藏的是什麼？

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

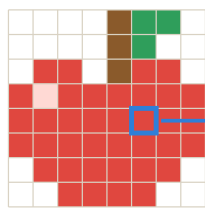
我塗出來的是：_____

提示：從第 1 行開始，一行一行塗。

在電腦眼裡，一張圖就是一大張數字表格。CS231n 這門課，就是教電腦從這堆數字裡認出東西。

2 電腦眼裡的圖片：一大張數字表格

把照片放大很多倍，會看到一個個小方格。每個小方格叫一個**像素**，只有一種顏色。彩色的點要用 3 個數記：紅光、綠光、藍光各有多亮。每個數從 0（不亮）到 255（最亮）。



8x8 的像素蘋果

這一個小格是 3 個數：

紅 230

綠 40

藍 40

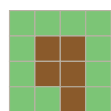
比如紅色是 255、0、0，白色是 255、255、255，黑色是 0、0、0。CS231n 的講義常用一種 32x32 格的小圖，一共有 3072 個數。手機照片的數字就更多了。

3 最簡單的辦法：找最像的那張

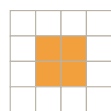
最簡單的認圖辦法是：先記住很多張標好答案的照片。來了新圖，就和每張照片比一比，抄**最像的那張**的答案。這叫**最近鄰**，意思是「找離得最近的鄰居」。比法是把對應格子的數相減，差得越少越像。



要認的圖
草地上的貓



記住的 A：狗
5 格不一樣



記住的 B：貓
12 格不一樣

問題來了：它被背景騙了

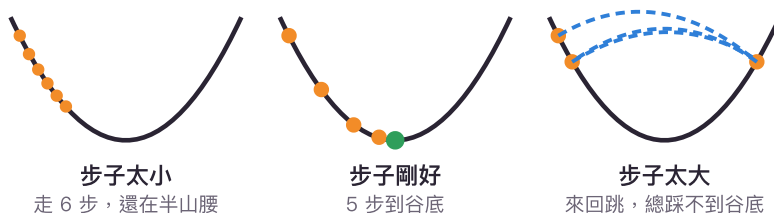
上圖是示意。最近鄰會說：「這是狗！」它只比格子的顏色，背景佔的格子多，就說了算。照片挪一挪，數字也全變了。而且每認一張圖，都要和所有照片比一遍，很慢。所以 CS231n 馬上換了個辦法：**學會打分**。

4 打分，然後蒙著眼睛下山

新辦法給每種答案打一個分。看到一張貓的圖，電腦可能打出：貓 3 分、狗 5 分、車 1 分（示意）。狗的分最高，它就答錯了。錯了多少也變成一個數，叫**損失**，也可以叫「錯誤分」。**錯誤分越小越好**。

打分靠的是電腦裡很多個**旋鈕**（第 4 課講過）。怎麼調旋鈕？想像你蒙著眼睛站在山坡上，山有多高就是錯誤分有多大。你只能用腳感覺哪邊往下最陡，再往那邊走一小步。然後再感覺，再走。

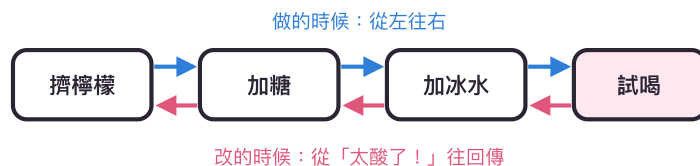
這個辦法叫**梯度下降**。「梯度」就是「哪邊最陡、陡多少」。第 1 課裡電腦猜錯了就「悄悄調整自己」，用的就是它。每步邁多大，叫**學習率**。步子大小很要緊：



電腦裡的「山」有幾百萬個方向，每個旋鈕一個。辦法還是一樣：**每個旋鈕都往「少錯一點」的那邊擰一小下**。

5 反向傳播：從錯誤往回傳話

還有個難題：幾百萬個旋鈕，每個該往哪邊擰、擰多少？電腦用的辦法叫**反向傳播**。我們用一個做檸檬水的小隊來想（示意）：



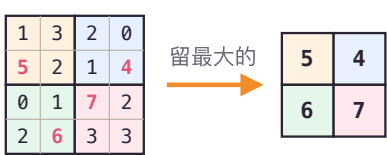
試喝的人說：「太酸了！」這句話往回傳。加冰水的人想：「水影響小，我少改一點。」加糖的人想：「糖影響大，我多加一些。」擠檸檬的人收到：「檸檬汁多了。」下次少擠一點。每個人只要知道兩件事：**傳回來的話**，和**自己這一步影響多大**。電腦從最後的錯誤分開始一站一站往回算，走一趟就算出所有旋鈕該怎麼擰。

6 卷積網絡的積木

CS231n 教的**卷積網絡**，是用幾種積木一層層搭起來的。好幾種你已經認識了：

積木	做什麼	在哪課見過
小窗口（卷積）	一個小窗口在圖上一格一格掃，找一種小花紋。	第 8 課
縮小彙總（池化）	把圖縮小，只留下最要緊的數。見下圖。	新積木
近路	給幾層修一條近路，讓很深的網絡也能練好。	第 9 課
請假	練習時零件隨機請假，防止死記硬背。	第 3、12 課

池化是新積木。它把圖切成 2×2 的小塊，每塊 4 個數只留最大的 1 個。圖的寬和高都縮成一半，要算的數少了很多。池化沒有旋鈕，不用學。



小窗口還很省旋鈕，因為同一個窗口在整張圖上到處用。講義拿 AlexNet 第一層算過：每個位置配自己的窗口，旋鈕會超過 1 億個；到處共用，只要約 3.5 萬個。

7 一門向全世界敞開的課

2012 年 AlexNet（第 8 課）贏了看圖比賽後，很多人想學，卻沒有好教材。2015 年冬天，李飛飛和她的博士生 Karpathy 開出了 CS231n。2016 年，Justin Johnson 也加入講課。講義、作業和錄像都在網上，全世界很多人靠它入了門。講義裡的例子正好有第 8、9 課的網絡，還有專講跳格小窗口（第 11 課）和請假（第 12 課）的小節。

這門課最特別的是**什麼都自己寫**：學生要親手寫出往前算和往回傳，再用笨辦法檢查。Karpathy 認為，不懂往回傳話，網絡出了毛病就修不好。後來他又做了一套從零寫代碼的視頻課，叫「Neural Networks: Zero to Hero」。

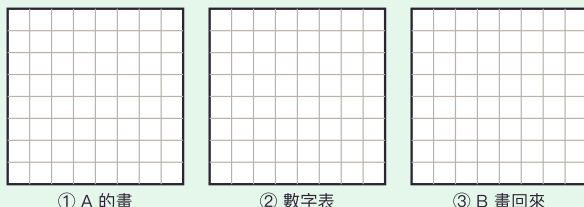
8 這和今天有什麼關係

今天很多聊天 AI 能看圖，但看圖的部分很多已經不用卷積網絡了。2020 年，有人把圖切成小塊，每塊當成一個「字」。這些「字」交給第 13 課的 Transformer 去讀。不過 CS231n 的基本功沒過時：錯誤變成一個數，往回傳話，順著下坡調旋鈕。訓練今天的聊天 AI，用的還是這幾樣。這門課換了名字，2026 年春天還在開。

9 動手：方格紙像素畫

玩法（2 個人，約 15 分鐘，需要彩筆和鉛筆）

1. 約好顏色代號：0 = 白，1 = 黑，2 = 紅，3 = 黃，4 = 藍。2. A 揀著 B 在格子①裡畫一個圖案，每格只塗一種顏色。
3. A 把每格換成代號寫進格子②，只把②交給 B。4. B 只看數字，在格子③裡塗色，再和①比一比。格子太小，就用最後一頁附頁上的大格子來玩。



記錄：64 格里，B 塗對了 _____ 格。塗錯的格子，是數字寫錯了，還是看錯了？ _____

你會發現：只要數字沒錯，B 就能畫出一模一樣的圖。電腦存照片、發照片，傳的也只是數字。

10 動手：矇眼下山

玩法（2—3 個人，約 15 分鐘，需要 20 張小紙片）

1. 「地圖員」照下表在 20 張紙片背面寫高度，按號碼排成一排，寫字的一面朝下。別讓「下山的人」看見高度表。
2. 下山的人從 1 號出發。每步只能翻開左右正好隔「步子大小」張的兩張紙片（一邊沒有就只翻一邊）。
3. 哪張比腳下低就走過去，兩張都低就走更低的。都不比腳下低，就停下。
4. 每輪從 1 號重來。第 4 輪停下後換小一號的步子：7 換 3，3 換 1。

號	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

第幾輪	步子大小	走了幾步	停在幾號	那裡多高	到谷底了嗎
1	1 張				
2	3 張				
3	7 張				
4	先 7，再 3，再 1				

你會發現：小步子一定能走到谷底，但要走很多步。大步子走得快，卻可能停在半山腰。先大步、再換小步，又快又能到底。科學家訓練電腦時，也常常先大後小地調學習率。

11 詞語小卡片

像素

圖片上的一個小方格。彩色的像素用 3 個數記下紅、綠、藍有多亮。

損失（錯誤分）

把「錯了多少」變成一個數。越小越好。

梯度下降（矇眼下山）

每次往「少錯一點」的方向擰一小下旋鈕，一步一步走到谷底。

反向傳播（往回傳話）

從最後的錯誤往回，一站一站算出每個旋鈕該怎麼改。

12 想一想

1. 「找最像的那張」為什麼會把草地上的貓認成狗？你有什麼辦法讓它不被背景騙？

2. 在「矇眼下山」裡，步子太大會怎樣？太小會怎樣？你最喜歡哪種走法，為什麼？

3. CS231n 要學生自己寫出每一步，不直接用現成工具。你學哪樣東西時，也值得從頭自己做一遍？

一句話記住：圖片就是一大張數字表。電腦打分、往回傳話、順著下坡一小步一小步調旋鈕，就學會了看圖。

給家長和老師：本課講斯坦福課程 [CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition](#)（2015 年冬季首開，李飛飛、Andrej Karpathy 主講，2016 年 Justin Johnson 加入，現名 Deep Learning for Computer Vision）。講義從 k 近鄰、線性分類器、SGD、反向傳播講到卷積網絡，作業要求用 numpy 手寫前向/反向並做梯度檢查。AlexNet 第一層不共享參數超過 1 億，共享後 34,944；VGGNet 約 1.38 億參數。

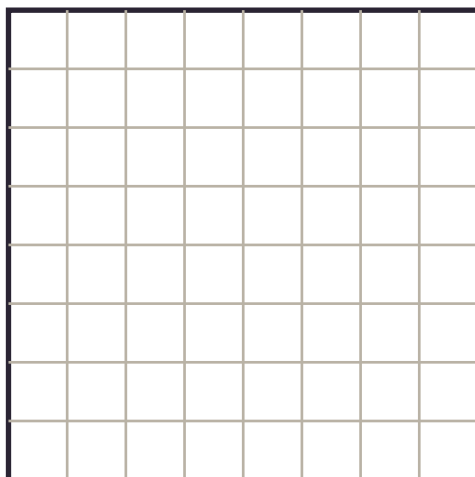
愛心數字表、像素蘋果的 RGB 值、貓狗格子對比、打分卡、檸檬水小隊、池化數字和山路高度都是示意；講義的最近鄰用 L1/L2 距離比較 CIFAR-10 像素。矇眼下山答案：1 張步走 11 步停在 12 號（高 1）；3 張步走 4 步停在 13 號（高 2）；7 張步走 1 步停在 8 號（高 5）；先 7 再 3 再 1 共 3 步，停在 12 號（高 1）。熱身答案是愛心。

詳見本站 [第 28 天中文導讀](#)，代碼見開源項目 [30u30 第 28 天目錄](#)（英文）· 極客教育 jikejiao.com 原創講義 · 2026-10

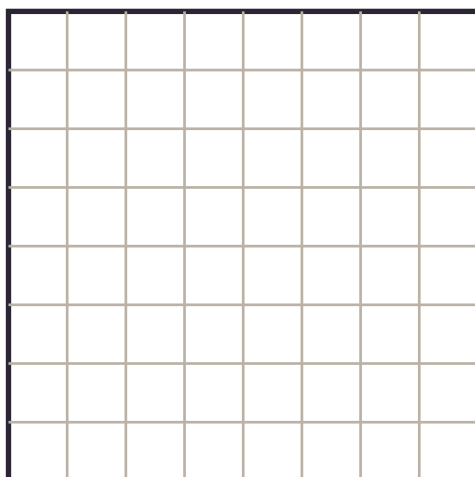
附 附頁：像素畫大格子

配合第 9 節「方格紙像素畫」使用。顏色代號：0 = 白，1 = 黑，2 = 紅，3 = 黃，4 = 藍。可以剪開，A 拿①，B 拿③，②交給 B。

① A 的畫



② 數字表（寫顏色代號）



③ B 畫回來

