

會互相商量的記憶抽屜

本課講 2018 年的一篇文章。DeepMind 公司的 Santoro 和同事們把電腦的記憶分成幾個「抽屜」，還讓抽屜們互相商量。他們管它叫關係記憶核心。

適合 10 歲左右

約 40 分鐘

需要：方格紙、尺子、鉛筆、便利貼、2 位同伴

1 熱身：只聽一遍，你能比嗎？

先用一張紙蓋住下面方框裡的字。請同伴慢慢念一遍，只念一遍。你只聽，不許寫。

小明 1 米 32，小紅 1 米 45，小剛 1 米 28，小麗 1 米 39，小軍 1 米 35，小芳 1 米 41。

① 第 3 個唸到的是誰？_____

② 誰最高？_____

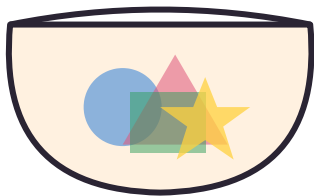
③ 第 2 高的是誰？_____

④ 和小軍身高最接近的是誰？_____

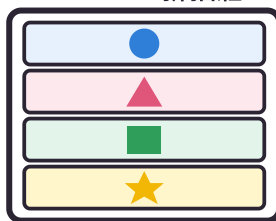
第 ① 題只要記住一件事。第 ②③④ 題難多了：你得**同時記住 6 個人**，還要**拿他們互相比**。這節課的主角，就是一種擅長「記住好幾樣，再互相比」的電腦記憶。

2 老辦法：所有東西倒進一個大口袋

LSTM：一個大口袋



RMC：一排抽屜



第 2 課的 LSTM 有一條記憶傳送帶，靠三扇門挑著擦掉、寫進。可是傳送帶上**只有一份記憶**。讀到的所有東西，都要揉進這一份裡。這就像把所有東西倒進同一個大口袋。

想問「小紅和小芳誰高」，得先從口袋裡把兩個人翻出來，才能比。東西一多，口袋裡就亂成一團。第 17 課的格子板能分開放，但是格子之間不說話。

3 新辦法：把記憶分成幾個抽屜

Santoro 他們的新零件叫**關係記憶核心**，英文縮寫是 RMC。「關係」就是東西和東西之間的聯繫，比如「誰比誰高」「誰離誰遠」。

RMC 把記憶分成幾個**記憶槽**。你可以把記憶槽想成抽屜，一個抽屜放一份記憶。抽屜的數量是固定的，比如 4 個或 8 個。每個抽屜放什麼，沒有人規定。電腦在訓練中自己學會怎麼分。

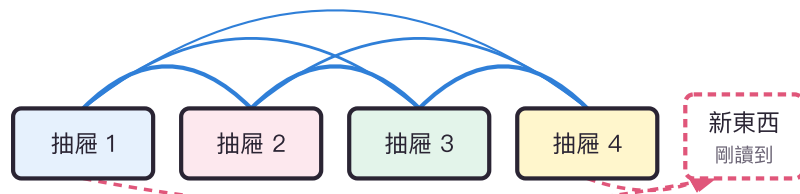
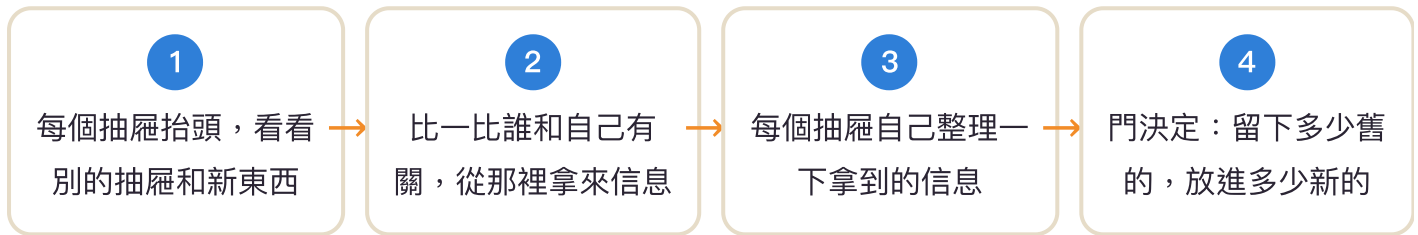
大口袋：所有東西混在一起，要用時先翻找、再拆開。

格子板（第 17 課）：分開放了，可是格子之間不交流。

RMC 的抽屜：分開放，抽屜之間還會**互相看、互相比**。這是它最特別的地方。

4 每讀一樣新東西，抽屜們就互相抬頭看

RMC 也像第 1 課那樣，一樣一樣往下讀。每讀到一樣新東西，它就做下面 4 件事：



藍線：抽屜互相看。粉色虛線：抽屜看新東西（示意）。

第 1、2 步就是第 13 課講過的**注意力**：每個「字」抬頭看一看大家，決定該多關注誰。只是這一次，抬頭的**不是**句子裡的字，而是記憶裡的抽屜。

誰來提問？只有抽屜會提問。新東西不提問，只被抽屜們看。所以看完以後，抽屜還是那麼多個。

好幾組同時看：和第 13 課一樣，抽屜們分好幾組同時看。

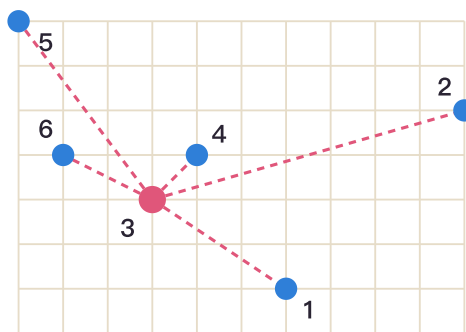
門從哪來？第 4 步借用了第 2 課的門。這裡用兩扇：遺忘門管擦掉多少舊的，輸入門管寫進多少新的。

還記得第 19 課的比較器嗎？它把一張圖裡的東西**兩兩拿來比**。可是它只能比同時擺在眼前的東西。RMC 要比的東西是先後讀到的，所以得先放進抽屜，再讓抽屜互相比。你可以說：RMC 把第 19 課的兩兩比較，搬進了記憶裡。

5 考題：「第 N 遠」是哪個點

科學家專門出了一道考「記住再比較」的難題，叫**第 N 遠任務**。電腦一個一個讀進 8 個點的位置。讀完後回答：離第幾號點第幾遠的，是哪一個點？

真正的考題裡，每個點不在紙上，而是用一串數字表示。我們畫在方格紙上，換成 6 個點來體會（示意）：



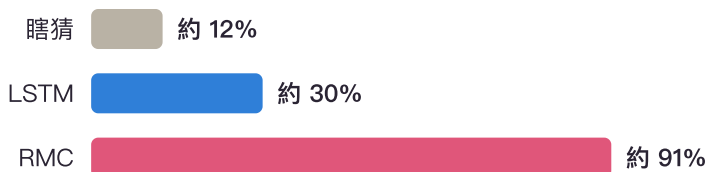
問題：離 3 號點第 2 遠的是哪個點？

先量出 3 號點到其他每個點的距離，再從遠到近排隊：

2 號 → 5 號 → 1 號 → 6 號 → 4 號

排第 2 的是 **5 號**。如果問「第 3 遠」，答案就是 1 號。

這道題難在哪？每個點都可能是答案，所以一個也不能丟。還要拿它們和指定的點一個一個比距離，再排隊。這正是「記住好幾樣，再互相比」。



8 個點裡挑 1 個，瞎猜只能 8 次對 1 次。LSTM 大約 10 次對 3 次。RMC 大約 10 次對 9 次。抽屜加上互相比較，差別就這麼大。

論文還考了別的題：

- 讀一小段簡單的電腦程序，說出運行結果：多數情況下比 LSTM 好。
- 玩吃豆子走迷宮的 Mini PacMan 等遊戲：把 LSTM 換成 RMC，得分更高。
- 讀維基百科、老書和新聞，猜下一個詞：猜得比 LSTM 更準。

6 這和今天有什麼關係

說實話，RMC 這個零件後來沒有流行起來。第 13 課的 Transformer 贏了。電腦夠快時，乾脆讓整段話裡的每個字都互相看，比一步步更新幾個抽屜更簡單。

- **可是抽屜的問題又回來了**：ChatGPT、Claude 這些聊天 AI 聊得越久，要回頭看的字就越多，越來越慢、越來越貴。科學家又在研究「只用固定幾個格子的記憶」。他們要回答的，正是 RMC 的問題。
- **分條記、再比較**：有的 AI 助手會把記住的事分成一條一條存起來。用的時候，挑出有關的幾條，再和眼前的問題對照。

7 動手：抽屜記憶 vs 大口袋

玩法（3 個人，約 15 分鐘）

準備：A 念卡片。B 當「大口袋」，用一條畫了 12 個方格的紙。C 當「抽屜」，用 4 張各畫 3 個方格的便利貼。一格寫一個字或數字。

1. A 說明最後問「誰跳得多」。再念 6 張卡片，每張念一遍，停 10 秒：A 85、B 72、C 93、D 80、E 66、F 88（1 分鐘跳幾下）。
2. B 只往紙條裡寫，可以擦改，不許畫線和箭頭。C 每個抽屜最多寫 3 格，抽屜之間可以畫寫著「>」的箭頭。唸完後，A 蓋住卡片，問下表的問題。

問題	第 1 多	第 2 多	第 3 多	比 D 多的人數
大口袋 B				
抽屜 C				

你會發現：格子一樣多，抽屜卻更好用。新卡片來了，只改一個抽屜。箭頭讓「誰比誰多」一眼就能看出。大口袋的字擠成一串，得先拆開才能比。

8 動手：「第 N 遠」遊戲

玩法（2 個人，約 15 分鐘）

1. A 在方格紙上點 6 個點，編 1 到 6 號。A 問「離 3 號點第 2 遠的是幾號？」B 用尺子量 3 號點到每個點的距離，填進下表，再從遠到近排隊回答。

3 號點到	1 號	2 號	4 號	5 號	6 號
距離（釐米）					

2. A 再問「第 4 遠是幾號？」B 還要重新量嗎？
3. **挑戰：**A 在新紙上點 6 個點。B 看 30 秒後蓋住，憑記憶答「離 5 號點第 2 遠的是幾號？」答對了嗎？_____

你會發現：排好的隊，換個「第幾遠」也能用。憑記憶就難多了：6 個點都得記住，還要互相比距離。

9 詞語小卡片

記憶槽（抽屜）

把電腦的記憶分成幾份，每一份叫一個記憶槽。

關係記憶核心（RMC）

記憶分成幾個抽屜，抽屜之間還會互相看、互相比的電腦零件。

互相注意

每個抽屜抬頭看看別的抽屜和新東西，從有關的那裡拿來信息。

第 N 遠任務

記住一串點，再回答離某個點第幾遠的是哪個點。專門考「記住好幾樣，再互相比」。

10 想一想

1. 你的書包、鉛筆盒、抽屜裡，哪些東西混在一起放，哪些分格放？找東西時哪種快？為什麼？

2. 「第 N 遠」遊戲裡，如果一開始就告訴你「只問 3 號點」，遊戲會變容易嗎？為什麼？

3. 抽屜是不是越多越好？抽屜多了，每讀一樣新東西，要比的次數會怎樣變化？

一句話記住：記憶分成幾個抽屜，抽屜之間互相比，電腦就更會比較。

給家長和老師：本課講的是 Adam Santoro、Ryan Faulkner、David Raposo 等人 2018 年發表在 NeurIPS 的論文 [Relational recurrent neural networks](#)。論文提出關係記憶核心（RMC）：隱狀態是若干記憶槽組成的矩陣，每步用多頭點積注意力更新（查詢只來自記憶，鍵和值來自記憶加新輸入），再做逐行 MLP，最後用類似 LSTM 的輸入門和遺忘門控制保留多少。第 N 遠任務上，RMC 約 91%，LSTM 約 30%。RMC 在程序求值、Mini PacMan 等強化學習環境和 WikiText-103 等語言建模數據集上也超過 LSTM。

講義把記憶槽說成「抽屜」，逐行 MLP 說成「自己整理一下」，多頭注意力說成「好幾組同時看」。「LSTM 像大口袋」是比喻，指它的記憶是一個向量。「瞎猜約 12%」是按 8 選 1 算的參考線，不是論文數據。熱身題、口袋和抽屜圖、抽屜互相看的圖、6 個點的方格圖（論文依次輸入 8 個多維向量）、兩個動手遊戲都是我們編的示意。想深入可看本站的 [第 20 天中文導讀](#)，代碼見開源項目 [30u30 第 20 天目錄](#)（英文）。