

会互相商量的记忆抽屉

本课讲 2018 年的一篇文章。DeepMind 公司的 Santoro 和同事们把电脑的记忆分成几个“抽屉”，还让抽屉们互相商量。他们管它叫关系记忆核心。

适合 10 岁左右

约 40 分钟

需要：方格纸、尺子、铅笔、便利贴、2 位同伴

1 热身：只听一遍，你能比吗？

先用一张纸盖住下面方框里的字。请同伴慢慢念一遍，只念一遍。你只听，不许写。

小明 1 米 32，小红 1 米 45，小刚 1 米 28，小丽 1 米 39，小军 1 米 35，小芳 1 米 41。

① 第 3 个念到的是谁？ _____

② 谁最高？ _____

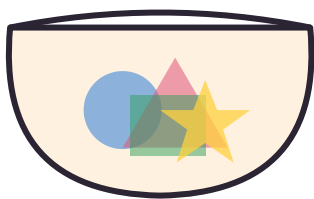
③ 第 2 高的是谁？ _____

④ 和小军身高最接近的是谁？ _____

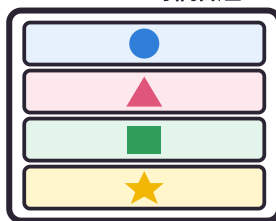
第 ① 题只要记住一件事。第 ②③④ 题难多了：你得**同时记住 6 个人**，还要**拿他们互相比**。这节课的主角，就是一种擅长“记住好几样，再互相比”的电脑记忆。

2 老办法：所有东西倒进一个大口袋

LSTM：一个大口袋



RMC：一排抽屉



第 2 课的 LSTM 有一条记忆传送带，靠三扇门挑着擦掉、写进。可是传送带上**只有一份记忆**。读到的所有东西，都要揉进这一份里。这就像把所有东西倒进同一个大口袋。

想问“小红和小芳谁高”，得先从口袋里把两个人翻出来，才能比。东西一多，口袋里就乱成一团。第 17 课的格子板能分开放，但是格子之间不说话。

3 新办法：把记忆分成几个抽屉

Santoro 他们的新零件叫**关系记忆核心**，英文缩写是 RMC。“关系”就是东西和东西之间的联系，比如“谁比谁高”“谁离谁远”。

RMC 把记忆分成几个**记忆槽**。你可以把记忆槽想成抽屉，一个抽屉放一份记忆。抽屉的数量是固定的，比如 4 个或 8 个。每个抽屉放什么，没有人规定。电脑在训练中自己学会怎么分。

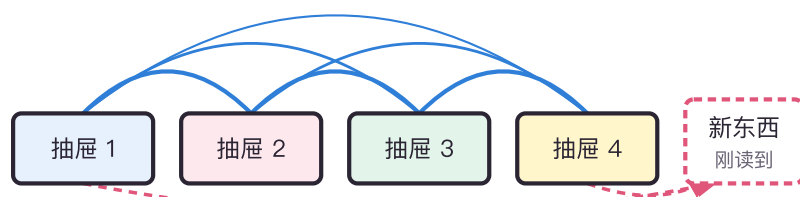
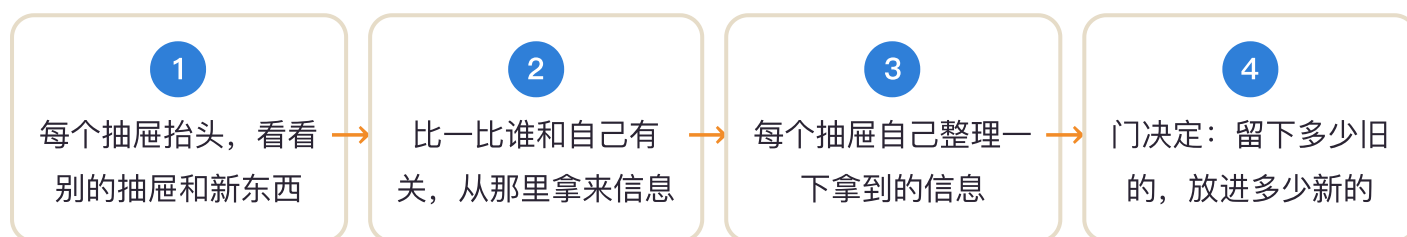
大口袋：所有东西混在一起，要用时先翻找、再拆开。

格子板（第 17 课）：分开放了，可是格子之间不交流。

RMC 的抽屉：分开放，抽屉之间还会**互相看、互相比**。这是它最特别的地方。

4 每读一样新东西，抽屉们就互相抬头看

RMC 也像第 1 课那样，一样一样往下读。每读到一样新东西，它就做下面 4 件事：



蓝线：抽屉互相看。粉色虚线：抽屉看新东西（示意）。

第 1、2 步就是第 13 课讲过的**注意力**：每个“字”抬头看一看大家，决定该多关注谁。只是这一次，抬头的不是句子中的字，而是记忆里的抽屉。

谁来提问？只有抽屉会提问。新东西不提问，只被抽屉们看。所以看完以后，抽屉还是那么多。

好几组同时看：和第 13 课一样，抽屉们分好几组同时看。

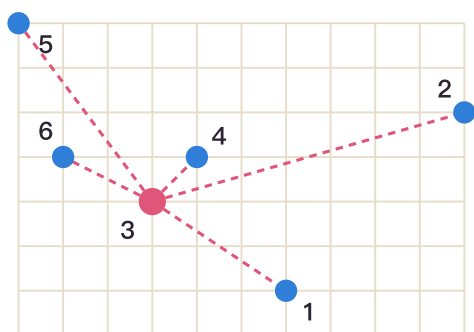
门从哪来？第 4 步借用了第 2 课的门。这里用两扇：遗忘门管擦掉多少旧的，输入门管写进多少新的。

还记得第 19 课的比较器吗？它把一张图里的东西**两两拿来比**。可是它只能比同时摆在眼前的东西。RMC 要比的东西是先后读到的，所以得先放进抽屉，再让抽屉互相比。你可以说：RMC 把第 19 课的两两比较，搬进了记忆里。

5 考题：“第 N 远”是哪个点

科学家专门出了一道考“记住再比较”的难题，叫**第 N 远任务**。电脑一个一个读进 8 个点的位置。读完后回答：离第几号点第几远的，是哪一个点？

真正的考题里，每个点不在纸上，而是用一串数字表示。我们画在方格纸上，换成 6 个点来体会（示意）：



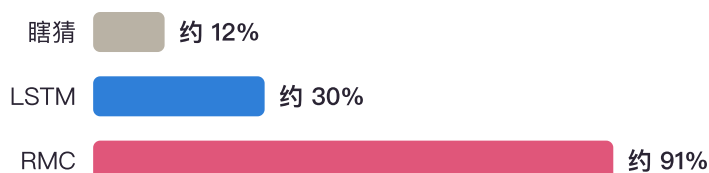
问题：离 3 号点第 2 远的是哪个点？

先量出 3 号点到其他每个点的距离，再从远到近排队：

2 号 → 5 号 → 1 号 → 6 号 → 4 号

排第 2 的是 5 号。如果问“第 3 远”，答案就是 1 号。

这道题难在哪？每个点都可能是答案，所以一个也不能丢。还要拿它们和指定的点一个一个比距离，再排队。这正是“记住好几样，再互相比”。



8 个点里挑 1 个，瞎猜只能 8 次对 1 次。LSTM 大约 10 次对 3 次。RMC 大约 10 次对 9 次。抽屉加上互相比，差别就这么大。

论文还考了别的题：

- 读一小段简单的电脑程序，说出运行结果：多数情况下比 LSTM 好。
- 玩吃豆子走迷宫的 Mini PacMan 等游戏：把 LSTM 换成 RMC，得分更高。
- 读维基百科、老书和新闻，猜下一个词：猜得比 LSTM 更准。

6 这和今天有什么关系

说实话，RMC 这个零件后来没有流行起来。第 13 课的 Transformer 赢了。电脑够快时，干脆让整段话里的每个字都互相看，比一步步更新几个抽屉更简单。

- **可是抽屉的问题又回来了：**ChatGPT、Claude 这些聊天 AI 聊得越久，要回头看的字就越多，越来越慢、越来越贵。科学家又在研究“只用固定几个格子的记忆”。他们要回答的，正是 RMC 的问题。
- **分条记、再比较：**有的 AI 助手会把记住的事分成一条一条存起来。用的时候，挑出有关的几条，再和眼前的问题对照。

7 动手：抽屉记忆 vs 大口袋

玩法（3 个人，约 15 分钟）

准备：A 念卡片。B 当“大口袋”，用一条画了 12 个方格的纸。C 当“抽屉”，用 4 张各画 3 个方格的便利贴。一格写一个字或数字。

1. A 说明最后问“谁跳得多”。再念 6 张卡片，每张念一遍，停 10 秒：A 85、B 72、C 93、D 80、E 66、F 88（1 分钟跳几下）。
2. B 只往纸条里写，可以擦改，不许画线和箭头。C 每个抽屉最多写 3 格，抽屉之间可以画写着“>”的箭头。念完后，A 盖住卡片，问下表的问题。

问题	第 1 多	第 2 多	第 3 多	比 D 多的人数
大口袋 B				
抽屉 C				

你会发现：格子一样多，抽屉却更好用。新卡片来了，只改一个抽屉。箭头让“谁比谁多”一眼就能看出。大口袋的字挤成一串，得先拆开才能比。

8 动手：“第 N 远”游戏

玩法（2 个人，约 15 分钟）

1. A 在方格纸上点 6 个点，编 1 到 6 号。A 问“离 3 号点第 2 远的是几号？”B 用尺子量 3 号点到每个点的距离，填进下表，再从远到近排队回答。

3 号点到	1 号	2 号	4 号	5 号	6 号
距离（厘米）					

2. A 再问“第 4 远是几号？”B 还要重新量吗？
3. **挑战：**A 在新纸上点 6 个点。B 看 30 秒后盖住，凭记忆答“离 5 号点第 2 远的是几号？”答对了吗？_____

你会发现：排好的队，换个“第几远”也能用。凭记忆就难多了：6 个点都得记住，还要互相比距离。

9 词语小卡片

记忆槽（抽屉）

把电脑的记忆分成几份，每一份叫一个记忆槽。

关系记忆核心（RMC）

记忆分成几个抽屉，抽屉之间还会互相看、互相比的电脑零件。

互相注意

每个抽屉抬头看看别的抽屉和新东西，从有关的地方那里拿来信息。

第 N 远任务

记住一串点，再回答离某个点第几远的是哪个点。专门考“记住好几样，再互相比”。

10 想一想

1. 你的书包、铅笔盒、抽屉里，哪些东西混在一起放，哪些分格放？找东西时哪种快？为什么？

2. “第 N 远”游戏里，如果一开始就告诉你“只问 3 号点”，游戏会变容易吗？为什么？

3. 抽屉是不是越多越好？抽屉多了，每读一样新东西，要比较的次数会怎样变化？

一句话记住：记忆分成几个抽屉，抽屉之间互相比，电脑就更会比较。

给家长和老师：本课讲的是 Adam Santoro、Ryan Faulkner、David Raposo 等人 2018 年发表在 NeurIPS 的论文 [Relational recurrent neural networks](#)。论文提出关系记忆核心（RMC）：隐状态是若干记忆槽组成的矩阵，每步用多头点积注意力更新（查询只来自记忆，键和值来自记忆加新输入），再做逐行 MLP，最后用类似 LSTM 的输入门和遗忘门控制保留多少。第 N 远任务上，RMC 约 91%，LSTM 约 30%。RMC 在程序求值、Mini PacMan 等强化学习环境和 WikiText-103 等语言建模数据集上也超过 LSTM。

讲义把记忆槽说成“抽屉”，逐行 MLP 说成“自己整理一下”，多头注意力说成“好几组同时看”。“LSTM 像大口袋”是比喻，指它的记忆是一个向量。“瞎猜约 12%”是按 8 选 1 算的参考线，不是论文数据。热身题、口袋和抽屉图、抽屉互相看的图、6 个点的方格图（论文依次输入 8 个多维向量）、两个动手游戏都是我们编的示意。想深入可看本站的 [第 20 天中文导读](#)，代码见开源项目 [30u30 第 20 天目录](#)（英文）。