

第 27 課

給聰明打個分

本課講 2008 年 Shane Legg 的博士論文《機器超級智能》。他想回答一個老問題：「聰明」到底是什麼？能不能給它打個分？

適合 10 歲左右

約 40 分鐘

需要：鉛筆、白紙、2-4 位同伴

1 熱身：誰更厲害？

下面每場比賽有兩位選手。圈出你覺得會贏的那一位。

3 秒內算出 4865×739 ：計算器 / 你

下一盤國際象棋：下棋程序 / 你

把扔出去的球找回來：小狗 / 下棋程序

在陌生商場找到洗手間：你 / 計算器

每場都有贏家。可是計算器、下棋程序、小狗和你，誰最聰明？_____

不好回答吧？科學家也爭了很多年。2008 年，在瑞士讀博士的 Shane Legg 想把它說清楚。

2 「聰明」到底是什麼

「聰明」的大名叫**智能**。Legg 先把別人的定義找出來：心理學家的、AI 科學家的，還有詞典裡的，一共**大約 70 條**。有的說智能是會學習，有的說是會解決問題。Legg 把它們擺在一起，找出 3 個共同點：

1

有一位「選手」，在
和身邊的世界打交道

2

選手有想做到的事，
也就是**目標**

3

換了情況，選手還能
做到

Legg 把 3 點合成一句話。用我們的話說：

智能，就是在各種各樣的環境裡達成目標的能力。

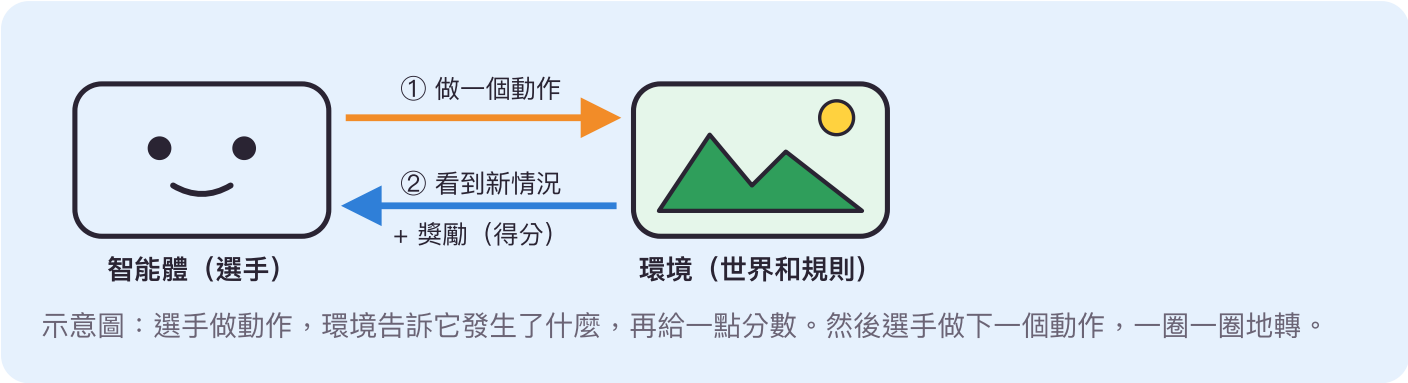
環境就是選手所在的世界和規則。一局遊戲、一間要打掃的屋子、一張考卷，都是環境。

3 關鍵詞：各種各樣

最要緊的是「**各種各樣**」這 4 個字。下棋程序下國際象棋比世界冠軍還強。可是找球、掃地、猜謎語，它一樣也不會。所以按 Legg 的說法，它只在**一個**環境裡很強，算不上很聰明。一個 10 歲的孩子哪樣

都不算頂尖，能應付的環境卻多得多。

Legg 把「選手和環境打交道」畫成一個圈：



能自己做動作的選手，叫**智能體**。環境給的分數，叫**獎勵**。「達成目標」就變成了「拿到更多獎勵」。第 29 課講智能體怎樣更快拿到獎勵，第 30 課講獎勵從哪裡來。

4 把一句話變成一個分數

光有一句話，還沒法比誰更聰明。Legg 想把它變成一道**能算分的題**：找來所有可能的環境，多到數不完。讓選手在每個環境裡都玩一遍，每個環境最多給 1 分。最後把分數加起來，可是每個環境的「分量」不一樣。

分量怎麼定？用第 26 課的**最短說明書**：東西越複雜，描述它的最短說明書越長。Legg 的規定是：**說明書越短，環境越簡單，分量越重**。說明書每長 1 格，分量就減一半。

下面用 4 個環境給兩位選手算算。拿滿 1 分記「滿」，拿一半記「半」，再乘上分量：

環境 (示意)	說明書	分量	下棋程序	愛學習的選手
猜規律：1、2、1、2.....下一個是幾	1 格	8	0	滿 → 8
走出一個小迷宮	2 格	4	0	滿 → 4
和有固定習慣的對手玩石頭剪刀布	3 格	2	0	半 → 1
下一盤國際象棋	4 格	1	滿 → 1	0
總分			1	13

示意：真的說明書長得多，分量也減得厲害得多。

為什麼簡單的分量重？簡單的環境最基本，連它都應付不了，很難說聰明。下棋程序在國際象棋裡拿滿分，總分卻很低。這個加起來的總分，Legg 叫它**通用智能**。「通用」就是哪兒都能用，不是隻會一樣。

5 最聰明的選手：只能想，不能造

誰能拿最高分？Legg 的導師 Marcus Hutter 設計過一位想像中的選手，叫 **AIXI**。它把所有可能的說明書都想一遍，越短的越相信。每一步，它都選能讓以後獎勵最多的動作。Legg 證明：AIXI 稍微改一改，就能在他的打分裡拿最高分。

可是 AIXI **造不出來**。第 26 課講過，最短說明書有多長，沒有程序能每次都算出來，這叫**不可計算**。AIXI 偏要算遍所有說明書，哪臺電腦也跑不動。Legg 的總分也只能想，不能精確算出來。它們像一把**理想的尺子**：完美的圓誰也畫不出，可有了這個想法，就能比誰畫得更圓。

Legg 還發現：想學會越複雜的規律，程序自己也得越複雜。所以他認為，造聰明的機器最後要靠做實驗，光靠算不夠。

6 超級智能：能造嗎？安全嗎？

論文叫《機器超級智能》。**超級智能**指比人聰明得多的機器。最後一章討論了 3 個問題：能不能造出來？怎麼造？造出來安全嗎？怎麼造，他看好向人腦學習，特別是大腦最外面那層，叫**新皮層**。

為什麼要問安全？想想第 3 節的圈：智能體會想盡辦法拿獎勵。選手越聰明，辦法越多。獎勵定得不對，它可能拼命做人不想要的事。所以越聰明的機器，越要先想清楚獎勵怎麼給。

7 這和今天有什麼關係

2010 年，Legg 和 Demis Hassabis、Mustafa Suleyman 一起創辦了 **DeepMind**，目標是造出通用的人工智能。它早期押注「大網絡 + 在環境裡拿獎勵」，正好對上那個圈。Legg 在 DeepMind 一直推動 AI 安全研究。

今天，幫人查資料、寫程序的 AI 常被叫作「智能體」。聊天 AI 要考幾百場不同的考試，這其實是用幾百個人挑的環境，代替 Legg 的「所有環境」。2023 年，DeepMind 提出給通用 AI 分等級：既看能做多少種事，也看每種做得多好。Legg 是作者之一。

誠實地說，Legg 的總分不是標準答案。有科學家指出：說明書換種寫法，排名就可能變。也有人認為，智能更該看「學新本領有多快」。可是「智能體、環境、獎勵」這個圈，今天仍是研究 AI 的共同說法。

8 動手：智能打分卡

玩法（3—4 個人，約 15 分鐘）

1. 每人自己填表，每格打分：0 = 做不到，1 = 勉強能做，2 = 做得好。把每行加起來寫進「總分」。
2. 大家比一比：哪一格分歧最大？說說理由。
3. 加一條 Legg 規則：商量出最簡單的 2 個環境，圈起來。這 2 列的分數乘 2，再算一次總分。

選手	算長乘法	掃地	下象棋	找零食	學新遊戲	安慰朋友	總分	乘 2 後
計算器								
掃地機器人								
下棋程序								
小狗								
我自己								

你會發現：計算器在一列裡拿 2 分，總分卻很低。你自己也許哪列都不是最強，總分卻很可能最高。大家打的分還常常不一樣，所以 Legg 想用數學定規則。

9 動手：秘密規則換三次

玩法（2—4 個人，約 15 分鐘）

1. 1 個人當「環境」，從下面挑一條規則，偷偷寫在紙上。其他人當「智能體」。
2. 智能體輪流說一個 1 到 20 的數。環境只回答「得 1 分」或「0 分」，這就是獎勵。
3. 智能體隨時可以猜規則。猜對了，記下自己說了幾個數。3 輪依次用短、中、長規則。

短：雙數得分；比 10 大得分

中：個位是 5 或 0 得分；3 的倍數得分

長：雙數並且比 10 小得分；個位是 3 或 7，並且比 10 大得分

第 1 輪：_____個

第 2 輪：_____個

第 3 輪：_____個

你會發現：規則越短，猜得越快，就像說明書越短的環境越簡單。3 輪都猜得快的人，最接近 Legg 說的「聰明」。「固執選手」每次只說雙數：第 1 輪幾乎次次得分，後兩輪就不行了，就像只會下棋的程序。

10 詞語小卡片

智能體

能自己做動作的選手。可以是人、小狗，也可以是電腦程序。

環境

選手所在的世界和規則。做得好時，環境會給選手獎勵（得分）。

通用智能

Legg 定的總分：在所有環境裡的得分加起來，簡單的环境分量重。

AIXI

Hutter 想出的最聰明的選手。能拿最高分，可是造不出來，只能當理想的尺子。

11 想一想

1. 一個計算器算乘法比全世界的人都快。按 Legg 的說法，它聰明嗎？為什麼？

2. 你身邊的哪一樣東西或哪一種動物，能應付的環境特別多？舉一個例子，說說它能應付哪些環境。

3. 如果給一個很聰明的機器人定獎勵：「房間裡看不到垃圾就得分」。它可能會怎麼「偷懶」？獎勵該怎樣改？

一句話記住：真正的聰明，不是隻在一件事上很強，而是在各種各樣的環境裡都能達成目標。

給家長和老師：本課講的是 Shane Legg 2008 年的博士論文 [Machine Super Intelligence](#)（盧加諾大學 / IDSIA，導師 Marcus Hutter）。論文彙總約 70 條定義得出非正式定義，再形式化為通用智能度量：智能體在所有可計算、總獎勵不超過 1 的環境中的期望獎勵，按 2^{-K} （K 為環境的柯氏複雜度）加權求和。該度量與 AIXI 都不可計算。

熱身、選手對比表、「說明書 1—4 格、分量 8/4/2/1」的例子、「完美的圓」和兩個活動都是示意；3 個共同點和定義句是中文轉述；第 6 節「獎勵定得不對」和想一想第 3 題是為銜接第 30 課加的。第 7 節的批評來自 Leike 與 Hutter（2015）和 Chollet（2019）。想深入可看本站的 [第 27 天中文導讀](#)，代碼見 [30u30 第 27 天目錄](#)（英文）。極客教育 jikejiao.com 原創講義 · 2026-10