

第 27 课

给聪明打个分

本课讲 2008 年 Shane Legg 的博士论文《机器超级智能》。他想回答一个老问题：“聪明”到底是什么？能不能给它打个分？

适合 10 岁左右

约 40 分钟

需要：铅笔、白纸、2-4 位同伴

1 热身：谁更厉害？

下面每场比赛有两位选手。圈出你觉得会赢的那一位。

3 秒内算出 4865×739 ：计算器 / 你

下一盘国际象棋：下棋程序 / 你

把扔出去的球找回来：小狗 / 下棋程序

在陌生商场找到洗手间：你 / 计算器

每场都有赢家。可是计算器、下棋程序、小狗和你，**谁最聪明**？_____

不好回答吧？科学家也争了很多年。2008 年，在瑞士读博士的 Shane Legg 想把它说清楚。

2 “聪明”到底是什么

“聪明”的大名叫**智能**。Legg 先把别人的定义找出来：心理学家的、AI 科学家的，还有词典里的，一共**大约 70 条**。有的说智能是会学习，有的说是会解决问题。Legg 把它们摆在一起，找出 3 个共同点：

1

有一位“选手”，在和身边的世界打交道

2

选手有想做到的事，也就是**目标**

3

换了情况，选手还能做到

Legg 把 3 点合成一句话。用我们的话说：

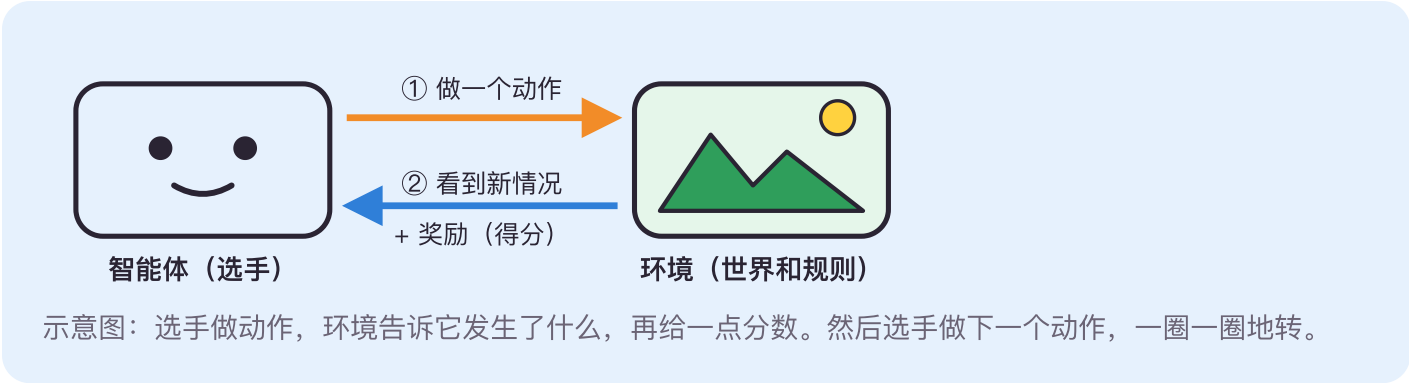
智能，就是在各种各样的环境里达成目标的能力。

环境就是选手所在的世界和规则。一局游戏、一间要打扫的屋子、一张考卷，都是环境。

3 关键词：各种各样

最要紧的是“**各种各样**”这 4 个字。下棋程序下国际象棋比世界冠军还强。可是找球、扫地、猜谜语，它一样也不会。所以按 Legg 的说法，它只在**一个**环境里很强，算不上很聪明。一个 10 岁的孩子哪样都不算顶尖，能应付的环境却多得多。

Legg 把“选手和环境打交道”画成一个圈：



能自己做动作的选手，叫**智能体**。环境给的分数，叫**奖励**。“达成目标”就变成了“拿到更多奖励”。第 29 课讲智能体怎样更快拿到奖励，第 30 课讲奖励从哪里来。

4 把一句话变成一个分数

光有一句话，还没法比谁更聪明。Legg 想把它变成一道**能算分的题**：找来所有可能的环境，多到数不完。让选手在每个环境里都玩一遍，每个环境最多给 1 分。最后把分数加起来，可是每个环境的“分量”不一样。

分量怎么定？用第 26 课的**最短说明书**：东西越复杂，描述它的最短说明书越长。Legg 的规定是：**说明书越短，环境越简单，分量越重**。说明书每长 1 格，分量就减一半。

下面用 4 个环境给两位选手算算。拿满 1 分记“满”，拿一半记“半”，再乘上分量：

环境（示意）	说明书	分量	下棋程序	爱学习的选手
猜规律：1、2、1、2.....下一个是几	1 格	8	0	满 → 8
走出一个小迷宫	2 格	4	0	满 → 4
和有固定习惯的对手玩石头剪刀布	3 格	2	0	半 → 1
下一盘国际象棋	4 格	1	满 → 1	0
总分			1	13

示意：真的说明书长得多，分量也减得厉害得多。

为什么简单的分量重？简单的环境最基本，连它都应付不了，很难说聪明。下棋程序在国际象棋里拿满分，总分却很低。这个加起来的总分，Legg 叫它**通用智能**。“通用”就是哪儿都能用，不是只会一样。

5 最聪明的选手：只能想，不能造

谁能拿最高分？Legg 的导师 Marcus Hutter 设计过一位想象中的选手，叫 **AIXI**。它把所有可能的说明书都想一遍，越短的越相信。每一步，它都选能让以后奖励最多的动作。Legg 证明：AIXI 稍微改一改，就能在他的打分里拿最高分。

可是 AIXI **造不出来**。第 26 课讲过，最短说明书有多长，没有程序能每次都算出来，这叫**不可计算**。AIXI 偏要算遍所有说明书，哪台电脑也跑不动。Legg 的总分也只能想，不能精确算出来。它们像一把**理想的尺子**：完美的圆谁也画不出，可有了这个想法，就能比谁画得更圆。

Legg 还发现：想学会越复杂的规律，程序自己也得越复杂。所以他认为，造聪明的机器最后要靠做实验，光靠算不够。

6 超级智能：能造吗？安全吗？

论文叫《机器超级智能》。**超级智能**指比人聪明得多的机器。最后一章讨论了 3 个问题：能不能造出来？怎么造？造出来安全吗？怎么造，他看好向人脑学习，特别是大脑最外面那层，叫**新皮层**。

为什么要问安全？想想第 3 节的圈：智能体会想尽办法拿奖励。选手越聪明，办法越多。奖励定得不对，它可能拼命做人不想要的事。所以越聪明的机器，越要先想清楚奖励怎么给。

7 这和今天有什么关系

2010 年，Legg 和 Demis Hassabis、Mustafa Suleyman 一起创办了 **DeepMind**，目标是造出通用的人工智能。它早期押注“大网络 + 在环境里拿奖励”，正好对上那个圈。Legg 在 DeepMind 一直推动 AI 安全研究。

今天，帮人查资料、写程序的 AI 常被叫作“智能体”。聊天 AI 要考几百场不同的考试，这其实是用几百个人挑的环境，代替 Legg 的“所有环境”。2023 年，DeepMind 提出给通用 AI 分等级：既看能做多少种事，也看每种做得多好。Legg 是作者之一。

诚实地说，Legg 的总分不是标准答案。有科学家指出：说明书换种写法，排名就可能变。也有人认为，智能更该看“学新本领有多快”。可是“智能体、环境、奖励”这个圈，今天仍是研究 AI 的共同说法。

8 动手：智能打分卡

玩法（3—4 个人，约 15 分钟）

1. 每人自己填表，每格打分：0 = 做不到，1 = 勉强能做，2 = 做得好。把每行加起来写进“总分”。
2. 大家比一比：哪一格分歧最大？说说理由。
3. 加一条 Legg 规则：商量出最简单的 2 个环境，圈起来。这 2 列的分数乘 2，再算一次总分。

选手	算长乘法	扫地	下象棋	找零食	学新游戏	安慰朋友	总分	乘 2 后
计算器								
扫地机器人								
下棋程序								
小狗								
我自己								

你会发现：计算器在一列里拿 2 分，总分却很低。你自己也许哪列都不是最强，总分却很可能最高。大家打的分还常常不一样，所以 Legg 想用数学定规则。

9 动手：秘密规则换三次

玩法（2—4 个人，约 15 分钟）

1. 1 个人当“环境”，从下面挑一条规则，偷偷写在纸上。其他人当“智能体”。
2. 智能体轮流说一个 1 到 20 的数。环境只回答“得 1 分”或“0 分”，这就是奖励。
3. 智能体随时可以猜规则。猜对了，记下自己说了几个数。3 轮依次用短、中、长规则。

短：双数得分；比 10 大得分

中：个位是 5 或 0 得分；3 的倍数得分

长：双数并且比 10 小得分；个位是 3 或 7，并且比 10 大得分

第 1 轮：_____个

第 2 轮：_____个

第 3 轮：_____个

你会发现：规则越短，猜得越快，就像说明书越短的环境越简单。3 轮都猜得快的人，最接近 Legg 说的“聪明”。“固执选手”每次只说双数：第 1 轮几乎次次得分，后两轮就不行了，就像只会下棋的程序。

10 词语小卡片

智能体

能自己做动作的选手。可以是人、小狗，也可以是电脑程序。

环境

选手所在的世界和规则。做得好时，环境会给选手奖励（得分）。

通用智能

Legg 定的总分：在所有环境里的得分加起来，简单的环境分量重。

AIXI

Hutter 想出的最聪明的选手。能拿最高分，可是造不出来，只能当理想的尺子。

11 想一想

1. 一个计算器算乘法比全世界的人都快。按 Legg 的说法，它聪明吗？为什么？

2. 你身边的哪一样东西或哪一种动物，能应付的环境特别多？举一个例子，说说它能应付哪些环境。

3. 如果给一个很聪明的机器人定奖励：“房间里看不到垃圾就得分”。它可能会怎么“偷懒”？奖励该怎样改？

一句话记住：真正的聪明，不是只在一件事上很强，而是在各种各样的环境里都能达成目标。

给家长和老师：本课讲的是 Shane Legg 2008 年的博士论文 [Machine Super Intelligence](#)（卢加诺大学 / IDSIA，导师 Marcus Hutter）。论文汇总约 70 条定义得出非正式定义，再形式化为通用智能度量：智能体在所有可计算、总奖励不超过 1 的环境中的期望奖励，按 2^{-K} （K 为环境的柯氏复杂度）加权求和。该度量与 AIXI 都不可计算。

热身、选手对比表、“说明书 1—4 格、分量 8/4/2/1”的例子、“完美的圆”和两个活动都是示意；3 个共同点和定义句是中文转述；第 6 节“奖励定得不对”和想一想第 3 题是为衔接第 30 课加的。第 7 节的批评来自 Leike 与 Hutter（2015）和 Chollet（2019）。想深入可看本站的 [第 27 天中文导读](#)，代码见 [30u30 第 27 天目录](#)（英文）。极客教育 jikejiao.com 原创讲义 · 2026-10