

话题:

研究表明哪些方法和工具可以用来在课堂上培养计算机思维?

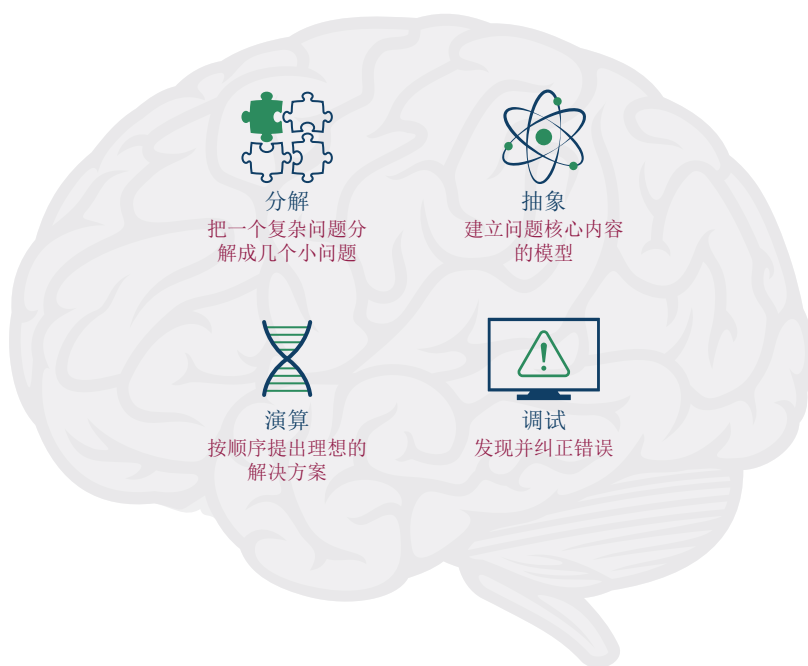
摘要

- 计算思维是一项可用于不同学科的基础技能而且可以通过多种方法和工具培养
- 要了解如何在课堂上高效地运用这些方法和工具, 支持计算思维的学习与教学, 进一步研究必不可少。
- 教育机器人适合小至 4 岁的学习者学习基础的计算思维和编程概念。该方法除了能培养计算思维技能, 还能增进对数学和科学理解。
- 使用机器人工具培养计算思维时, 必须考虑学习者的发展阶段。
- 可视化编程语言是很好的入门工具, 可用于阐释计算机科学的基础概念
- 在使用可视化编程语言时, 教师可以鼓励学生分享思维过程, 把重点放在思维过程和产出上
- “不插电” 活动是在不使用计算机的情况下培养计算思维的更经济的可替代方法。

计算思维

“不仅仅是像计算机一样思考”

(Wing, 2006)



改编自 Shute, Sun 和 Asbell-Clarke (2017)

1

计算思维 (CT) 采用的认知过程, 不只对学校里的不同学科很有用, 对于现实世界中往往难以定义的问题也很有用³。“充分地运用计算工具和计算技能可以加深对数学和科学内容的理解。”⁴ 一些研究人员建议, 由于可应用于各个学科, 计算思维应作为基础技能来传授¹。有多种方法和工具可用于培养计算思维, 且每种方法和工具的效果不同。然而, 要了解如何在课堂上高效地运用这些方法和工具, 支持计算思维的学习与教学, 进一步研究必不可少。

含义: 计算思维采用的思维过程有利于解决学校不同学科和现实世界中的问题。

要了解如何在课堂上高效地运用这些方法和工具培养计算思维, 进一步研究必不可少。

“计算思维是每个人都需要掌握的基础技能, 而不只是计算机科学家。除了读、写和算术, 我们还应该教授计算思维, 提高每个孩子的分析能力”

Wing, 2006

“……计算机思维包括计算机科学中的很多思维工具和概念, 可以帮助人们解决问题、设计系统和理解人类行为”

国家科学研究委员会, 2011

2

教育机器人为不同教育水平的学习者乃至 4-6 岁的孩子提供充满趣味的学习体验^{5,7}。机器人工具是“引发思考的对象”⁶，可以为学习者创造探索式环境，让学习者在设计、解决问题和编程的同时建构知识。这可以增进对数学和科学理解，同时培养对科技、技术、工程及数学 (STEM) 学科的兴趣⁷。学习者参加机器人课程后计算思维知识和技能显著提高⁸。不过，教师必须采用适合学生发展阶段的机器人工具，才能成功地培养计算思维的概念、实践能力和视角⁷。

含义：教育机器人是非常有效的工具，可用于向小至 4-6 岁的学习者介绍简单的计算思维和编程概念。

机器人活动可以为学习者提供一个边做边学的平台，提高学习动机

使用机器人可以增进学习者对数学和科学理解，同时培养他们对 STEM 学科的兴趣

使用机器人工具培养计算机思维的效果取决于工具是否与学习者的发展阶段匹配

3

在课堂上使用 Scratch 和 Alice 等可视化编程工具培养计算思维越来越常见。由于与建构主义在教学上紧密相关⁶，这些工具可以鼓励学习者创造人工制品（例如图案和动画），从而培养计算思维的概念、实践能力和视角。研究表明，这些适合儿童的编程语言通常比较简单，适合初学者学习基础的计算机科学概念（低地板），同时允许他们创建复杂的程序（高天花板）⁹。在这个过程中，学习者通过实验或纠错探索计算思维概念。表现突出的学习者往往修补更多（不停地探索、试错、改进），表明这种方法更加适合他们¹⁰，而表现欠佳的学习者可能更受益于支架式教学 (scaffolding)。为了加强对概念的理解，学习者应在编程前先用语言解释自己的思维过程，确保思维过程和产出都得到重视^{11,12}。

含义：可视化编程语言是很好的入门工具，可帮助学习者练习计算思维技能和学习计算机科学的基础概念。修补问题有利于表现突出的学习者而支架式教学 (scaffolding) 为表现欠佳的学习者提供更多支持。

在进行可视化编程前，教师应让学生清晰地说明他们的思维过程，以此重视和培养他们的思维技能。

4

上述方法着重讨论了计算思维的硬件和编程方面；“不插电”活动也可以培养学习者计算机思维中解决问题的技能¹³。例如，利用有趣的棋盘（纸牌类）游戏、比赛和魔术展示计算机思维过程¹⁴（参见 csunplugged.org）。该方法特别适合那些没有其他资源或基础设施（例如计算机、技术设备、训练有素的计算机教师）的学校。通过不插电活动展示的计算机思维概念可融入不同的学科，或者用来实现向插电活动的过度¹⁵。教师和学生认为不插电的计算机思维课可以很好地替代常规的在线计算机科学课¹⁶。研究表明，与不参与不插电活动的学生相比，参与此类活动的学生计算机思维技能显著提高¹⁷。

含义：有趣的棋盘游戏等“不插电”活动不需要计算机就能阐释计算思维概念。

这些活动是提高计算机思维技能经济实惠的方式，特别适合资源比较少的学校。

教师和学生发现不插电活动可以激发学习计算思维的学习动机，这动机还会提升对计算机科学和数学的兴趣和信心。

Rina P.Y. Lai (黎栢凝), 2019

参考资料

- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- National Research Council. (2011). *Report of a workshop on the pedagogical aspects of computational thinking*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Cuny, J., Snyder, L., & Wing, J. (2010). Demystifying computational thinking for non computer scientists. Unpublished Manuscript.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, Inc.
- Penmetcha, M. R. (2012). *Exploring the effectiveness of robotics as a vehicle for computational thinking* (Master's thesis). Retrieved from ProQuest Dissertations & Theses A&I (Order No. 1529729).
- Whitespoon, E. B., Higashi, R. M., Schunn, C. D., Baehr, E. C., & Shoop, R. (2017). Developing computational thinking through a virtual robotics programming curriculum. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 18(1), 1-20.
- Iye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behaviour*, 41, 51-61.
- Rose, S., Habgood, J., & Jay, T. (2017). An exploration of the role of visual programming tools in the development of young children's computational thinking. *Electronic Journal of E-Learning*, 15(4), 297-309.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1681), 3717-3725.
- Lai, P.Y. (in press). Exploring the cognitive mechanism of computational thinking and its educational implications. In *The Proceedings of International Conference on Computational Thinking Education 2019 Conference*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Looi, C.-K., How, M.-L., Longkai, W., Seow, P., & Liu, L. (2018). Analysis of linkages between an unplugged activity and the development of computational thinking. *Computer Science Education*, 28(3), 255-279.
- Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., & Grimley, M. (2009). Computer science unplugged: school students doing real computing without computers. *New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1), 20-29.
- Caldwell, H., & Smith, N. (2016). Teaching computing unplugged in primary schools: Exploring primary computing through practical activities away from the computer. *Learning Matters*.
- Faber, H. H., Wierdsma, M. D. M., Doornbos, R. P., Ven, J. S. van der, & Vette, K. de. (2017). Teaching computational thinking to primary school students via unplugged programming lessons. *Journal of the European Teacher Education Network*, 12, 13-24.
- Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., & Barone, D. (2017). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*, 65-72.