

沿着Simon开拓下去

-----从生物信息学研究所悟到的

李衍达 2016.3.

- Simon是人工智能的开拓者之一，他对人工智能的发展做出了重要贡献！人工智能是“使一部机器的反应方式就像是一个人在行动时所依据的智能”。人工智能研究的目标是实现人类水平的智能。
- 它的出现可追溯到图灵的论文“计算机器与智能”；图灵以信息处理的基本和通用模型---图灵机作为计算机器，探讨其能否具有人类的智能。

人工智能在历史上有过大的起落

- 人工智能只是突出机器的反应方式类似人的智能，即便如此，人工智能几十年走过的道路也十分坎坷；
- 机器能否有智能，一直是争议不休的课题。每当人工智能实现了一次突破，如“证明数学定理”，“下国际象棋”，“像专家一样找矿，看病”。。。都会有人说“这不是智能”。
- 人工智能发展历史上经历了大的起伏，既有雄心与梦想，也有失败与悲凉，甚至可以说有些悲壮的历程。1992年日本的智能计算机项目宣告失败就是其中的一次。

尖峰后面是否就是悬崖？

- 现在，由于深度学习的成功，由于大数据分析的需求，由于社会意识到智能化是社会发展的必然趋势；人工智能又一度受到极大关注，正在形成一股热潮。
- 但是，我们不应忘记历史的教训，如果不能找到通往智能的正确途径，虽然投入了大量的人力与金钱，我们会否又面临一次悬崖式的跌落？
- 谁能知道，尖峰后面是否就是悬崖？
- 人工智能几十年的发展历史带给我们什么启示呢？只有吸取以往的经验教训，才能真正的开拓未来。

历史给我们什么启示

- 人工智能的出现可追溯到图灵的论文“计算机器与智能”；图灵是将计算机器直接与人类大脑的性能相比较，引起了很多争议，如机器能理解吗？有意识吗？有意志和感情吗？等等。
- 例如，维特根斯坦：智力无法脱离感情力和意志力；彭罗斯：人工智能专家常常避开“意识”去分析智能和思维，智慧问题属于意识问题，如果没有意识伴随就不会有真正的智慧。
- 即使人工智能专家把推理和机器学习技术发挥到极致，使机器打败了棋王卡斯帕罗夫和围棋九段李世石，引起世人震惊，还是未能从实质上回答以上问题。
- 归根到底，机器目前没有意识，而且谁也不知道意识和意志是怎样产生的。那么，机器能有人类的智能吗？

突破出现在有人提出“探讨意识之源”

- 辩论的突破出现在有人明确提出探讨意识之源的问题。
- 1994年克里克在“惊人的假设”一书中指出，搞清大脑产生意识的机制，意识的神秘性会消失，模拟意识就成为可能，机器就可能具有意识或自由意志。
- 因而，对智能的追问转到了对产生智能机理的追问。
- 这是一个重大的转折。
- 从追问“是否具有智能的《性能》”转到追问“是否具有产生智能的《机理》”，是突破人工智能困境的关键！我是从研究生物信息学过程中逐步悟到这一点的。

- 我们再来看看智能计算机研制的失败带给我们的启示：
- **1981年10月**日本在东京召开第五代计算机---智能计算机研讨会，东京大学元岗达教授提出“第五代计算机的构想”，随后日本制定了研制五代机的十年计划，总预算达**4.3亿美元**。
- 以渊一博为所长的“新一代计算机技术研究所”苦苦奋战了近十年，他们几乎没有回过家，近乎玩命式的拼搏；然而，由于没有突破关键性技术难题，无法实现自然语言人机对话，程序自动生成等目标，最终于**1992年**宣告失败！

研究机理和大脑！

- 失败的教训迫使人们重新思考智能和如何产生智能！
- 人们开始思索，智能不仅要在“功能”上仿真，还要从“机理”上仿真，要研究智能产生的机理！另外，不仅要运用推理自上而下，还要通过“学习”，由底向上，互相结合。
- 同时，目光更多转向世界上唯一的智能体---大脑；希望深入了解脑的结构，神经元的连接，脑的认知过程；甚至通过完全仿真脑神经的连接以图产生智能。
- 但是，机器与生物可能具有相同的机理吗？

产生智能的机理就是生物进化的机理

- 生物信息学是用信息的观点研究生物和生命现象的，而智能则是生物进化过程中出现的一种性能。因此，出现生命现象的机理和出现智能的机理是一样的。
- 下面让我谈谈生物信息学给我的启发。

我对生物及其机理的认识进了一步

- 生物信息学是从人类基因组计划实施后兴起的。基因组分析使我对生物及其机理的认识进了一步。以前，认为人为万物之灵，所以，人的许多品性，如思维，感情，智慧等等是其他生物所没有的。但是，在基因层面看，人类的基因不少来自其他物种，各种生物的基因可以互相交换，替代，互相“理解”。人类甚至可以和微生物，病毒交换基因。从进化的角度，在基因层次，各种生物运行的机理是一样的。只不过，在进化进程中有早有晚而已。也就是说，人类的各种“特性”其他物种经过进化，也有“可能”产生的。
- 如果“机理”相同，他们之间没有不可跨越的鸿沟。

对一个系统的性能来说，机理起了根本性作用

- 例如，人类会使用工具，已经发现一些动物也会使用工具。人类有语言，现发现一些动物也有“单词”和“句子”。人类有感情，很多生物也有感情，人类会算数，一些猩猩，甚至小狗也会，。。。以后会发现更多。
- 因此，对一个系统的性能来说，“机理”起了根本性的作用。我并不是说有同样的机理就一定有同样的性能，我只是说有同样的机理就可能产生同样的性能。
- 但是，世界上还有一件更奇妙的事，正如维纳所提到的：“关于随机的无目的机器能通过学习去探索其本身的目的。这是阿希贝的光辉思想。我相信，这不仅对当代哲学是个伟大的贡献，而且必将导致自动化技术的高度发展。”

通过学习，无目的的机器能产生目的

- 这里重要的一点是通过学习，无目的的机器能够产生目的。
- 受这一启发，我的思考是：

进化（包括学习）----为适应外界而改变自身结构，是世界上最重要的机理之一。

进化如何使无目的的机器产生有目的的的系统呢？即从信息感知系统如何经过进化而产生意志，目的呢？其过程可能是：

从感知--》反应；

进化到条件反射----》这时有记忆，存储；

对条件反射的学习（在介乎两种条件反射之间时应采用何种反射？）-----这是学习的学习；

记忆，对学习的学习，到处理与决策

- 进一步产生对感知的处理-----》有处理与决策。
- 从而产生决策系统，它又独立于客观环境，从而产生另一个主体----》意志，欲望与目的。
- 这里，进化，以及高级的进化----学习的进化，是关键。

这一思考，使我对进化有了新的认识，特别是进化、学习对脑的信息处理，决策系统产生的重要性有新的认识。

我对人工智能的思考

- 回过头来，谈谈我对人工智能的思考。
- 人工智能的争论很长时间纠缠于机器是否有智能，甚至是否有意志，感情。看来很难解决，因为谁也不知道意志与感情是如何产生的。
- 但当我了解到BCI（人--机交互）以后，对比我对基因的思考，忽然感到豁然开朗。
- 人脑与机器脑竟然可以互相交流，互相理解（是在信息处理这个意义上），如果又可以互相交换，这不就与基因交换一样了吗。
- 如果是这样，那就说明他们可能具有相同的“机理”了。

一个假想

- 因此，我提出一个假想：如果机器脑的一部分能交换到人脑中，成为人脑的一部分，使人脑能正常工作，那就说明机器脑和人脑具有同样的机理。
- 因此，我提出一个新的图灵测试，以加以验证。
- 新的图灵测试是这样设计的：面对两个人，一个是正常的人，另一个是脑子里有一部分是用芯片代替的人，进行提问，如果在一定时间内，不能区分那一个人是脑子里有一部分是用芯片代替的人，那就证明芯片和人脑具有相同的运行机制。
- 事实上，一些科学家已经使芯片成为人脑的一部分，如视网膜；这已经通过了我的新的图灵测试。

- 正因为有相同的“信息处理”的机理，因此，计算机可以像人一样进行“推理”，证明数学定理，可以下象棋，其技艺甚至超过棋王。
- 但是，为什么长久以来计算机不会产生“意志”和“意识”呢？这里，我要着重指出生物与其他事物不同的独特机理：自动适应外界变化而优化自身的结构和功能---进化！
- 这个机理从本质上看，可以看作是一种“优化”或“学习”机理，正是由于这个机理，生物才有独特的“意识”和“意志”；正是由于缺少这一机理，目前的计算机仍难以产生“意识”和“意志”。

- 如果机器脑与人脑具有相同的机理（在信息处理的意义上，正如生物将层次下降到基因层次才具有相同的机理一样），即信息处理和进化功能，那么，人脑经过进化而具有的各种特性，机器脑经过进化也可能具有。
- 对智力来说，进化，尤其是学习和学习的学习（学习的进化）是智力产生的极重要的一环。
- 进化对脑来说，意味着神经元突触的新生或神经元连接的改变，这种结构的改变一方面把学习的成果继承下来，另一方面又改进了学习方法，可以称为学习的学习（或者是“学习的进化”）。

计算机的“学习进化模型”

- 这里，我是从机理一致来分析机器脑可能达到甚至超过人类的前景的，其条件就是机器脑也能实现进化，尤其是学习的进化功能；经过学习，计算机可能产生复杂系统的“涌现”功能。正如Google曾经做的，将大型计算机系统对海量图片进行学习后可以认识猫的面貌一样。
- 可以预期，进一步的学习进化，可以产生感情，意志与自主性。
- 今后的方向可能是将足够强大的计算机进行学习的进化，以期产生复杂系统的涌现以及人类的高级智能。

- 在这里我们会得到一些重要的结果，例如：

- 1.从信息处理的观点看，计算机与人脑是一致的；由于图灵机是信息处理的基本模型，因此，计算机和人脑都可用图灵机作为基本模型。

- 2.因为学习是进化出智能的关键，因此以此为基础的“学习模型”和“学习的进化模型”十分值得我们关注，我们不仅要建立学习进化模型，而且要不断地产生大量的不同的环境数据，不断的让机器进行学习和进化，才有可能产生我们所期待的智慧。

向人脑学习

- 3.人脑经过漫长的进化过程，它的性能在很多方面比目前的计算机要强太多了，因此，人脑的许多方面可供计算机和通信学科参考；研究脑科学，认知科学对计算机科学十分重要。
- 人脑在进化过程中通过DNA的改变，改变了神经元的连接，它既记录了学习的结果，又优化了学习算法；既简化了所需的元件又节省能耗，非常巧妙！而机器即使建立完美的学习模型，在计算速度和能耗上都会遇到瓶颈（例如，深度学习用于自动驾驶就遇到这个问题），这就是为什么要开展“类脑研究”。

4.如何建立计算机的“学习进化模型”是下一阶段的关键；模拟生物的进化可以容易用软件实现，如果软硬件都能进化，对今后将产生难以估量的结果。

5.研究人工智能的人员要遵守相应的伦理规则，要自律，要制定人工智能的基本守则。科学是把双刃剑！

谢谢大家！