

关于涌现

*** *****

数学科学学院统计学

18th March 2017



一棵开花的树



一棵开花的树



我已在佛前求子五百年，
求它让我们结一段尘缘。
佛于是把我化做一棵树，
长在你必经的路旁。
阳光下，
慎重地开满了花，
朵朵都是我前世的盼望！

一棵开花的树



若干年前
一粒种子种到地下
慢慢地变成了一棵会开花的树





内容概要

定义

性质

发展

例子

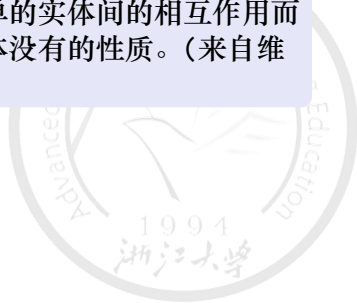
总结



定义

涌现 (emergence)

涌现是一种大的实体通过较小的或较简单的实体间的相互作用而产生的现象，并且大的实体具有小的实体没有的性质。(来自维基百科)



定义

涌现 (emergence)

涌现是一种大的实体通过较小的或较简单的实体间的相互作用而产生的现象，并且大的实体具有小的实体没有的性质。(来自维基百科)

起源

亚里士多德的时代已经出现涌现的想法，这个术语 emergent 是哲学家 G. H. Lewes 创造的。

定义

G. H. Lewes 的定义

定义

G. H. Lewes 的定义

- 每个结果要么是共同作用力量的和，要么是它们的差。
 - 当它们方向相同时，为和；
 - 当方向相反时，为差。

定义

G. H. Lewes 的定义

- 每个结果要么是共同作用力量的和，要么是它们的差。
 - 当它们方向相同时，为和；
 - 当方向相反时，为差。
- 否则，是涌现。
 - 不是可测量的动作加到可测量的动作上面
 - 也不是一种类型的事物加到同类型事物上面
 - 共同作用不相同，因为这些是不可比较的
 - 结果不是共同作用的和或它们的差。

定义

弱涌现

- 由于在元素水平上的相互作用而在系统中产生的新性质
- 可以通过观察或模拟系统来确定性质



定义

弱涌现

- 由于在元素水平上的相互作用而在系统中产生的新性质
- 可以通过观察或模拟系统来确定性质

强涌现

- 高级系统对其组分的直接因果作用
- 以这种方式产生的性质不可能归因于系统的组成部分
- 比如，水。

性质

性质 (Jeffrey Goldstein)

- 全新的（以前在系统中未观察到的特征）
- 一致性或相关性（一段时间内保持自身的综合性整体）
- 宏观“水平”（有一些“整体性”的性质）
- 它是动力过程的产物（演变）
- “清晰可见的”（可以被感知）

发展

还原理论

- 整体是由局部组成的
- 局部决定整体
- 整体的任何一个变化都可以在局部找到其原因
- 遇到复杂系统的时候会产生一些无法解释的现象，比如生态、人脑、经济系统

发展

复杂性科学

- 圣塔菲研究所
 - 夸克之父盖尔曼
 - 经济诺贝尔奖得主阿罗
 - 遗传算法之父霍兰
- 讨论复杂系统中的问题
- 打破了学科间的界限，用一种全新的，统一的视角来认识生命系统、神经系统、经济系统、计算机系统等等，不再关注每个领域的细节
- 这些复杂系统的共性中，“涌现”是一种最引人注目的普遍现象

例子

蚁群

- 蚂蚁个体的行为是非常机械的（纯粹反射性地被外界条件所驱动）
- 大部分行为，都可以用十几条类似咒语的规则来描述
 - 用上颚抓紧物体
 - 根据群体成员的气味来辨别移动着的物体
 - 根据嗅觉来发现线索
 -
- 蚂蚁在变化的环境中移动时，不停地反复调用这些规则
- 一旦遇到规则没有描述到的情况，单个蚂蚁将会非常危险
- 如，工蚁在规则没有描述到的某一环境中最多只能存活几个星期

例子

蚁群

- **然而**，作为一个群体，蚁群所显示出的适应性却大大超过了它的个体成员
- 充分地表现出这种群体能力
 - 寻找食物
 - 对付敌人
 - 躲避水灾
 -
- 蚁群能够在相当大的程度上按照有利于群体的方式，来调整它们的周围环境。
- 蚁群的生存期一般远远长于它的个体成员的寿命

例子

蚁群

- **然而**，作为一个群体，蚁群所显示出的适应性却大大超过了它的个体成员
- 充分地表现出这种群体能力
 - 寻找食物
 - 对付敌人
 - 躲避水灾
 -
- 蚁群能够在相当大的程度上按照有利于群体的方式，来调整它们的周围环境。
- 蚁群的生存期一般远远长于它的个体成员的寿命
- 从为数众多的成员间的相互作用**涌现**出稳定的适应性很强的组织

例子

围棋

- 规则也就那么几条
- 经过几百年精心研究之后，人类至今还是能够不断地在游戏中发现新的走法
- 现在又被 AlphaGo, Master 等人工智能打败

例子

围棋

- 规则也就那么几条
- 经过几百年精心研究之后，人类至今还是能够不断地在游戏中发现新的走法
- 现在又被 AlphaGo, Master 等人工智能打败

麦克斯韦方程组

- 也就四个方程
- 观察这些运动的过程中，我们又能发现新的方程
- 利用新发现的方程，再加上各种数学方法，就能预测出事物发展变化的趋势

总结

从孕育着生命力量的微小种子，
到能够驾驭树叶之舟在溪流上航行的蚁群；
从科学家深刻的理论研究，
到能够自学习在围棋游戏中让人类一败涂地的计算机。
都体现着涌现现象。



总结

由小生大，由简入繁。
—— 约翰·霍兰



参考文献

-  约翰·霍兰，涌现：从混沌到有序
-  <https://en.wikipedia.org/wiki/Emergence>
-  <https://journal.emergentpublications.com/>
-  <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B6%8C%E7%8E%B0>
-  <http://www.lailook.net/qdsw/06/2010-02-27/2585.html>

Thank you!

