

扩展第2讲 大学计算思维教育空间——计算之树?

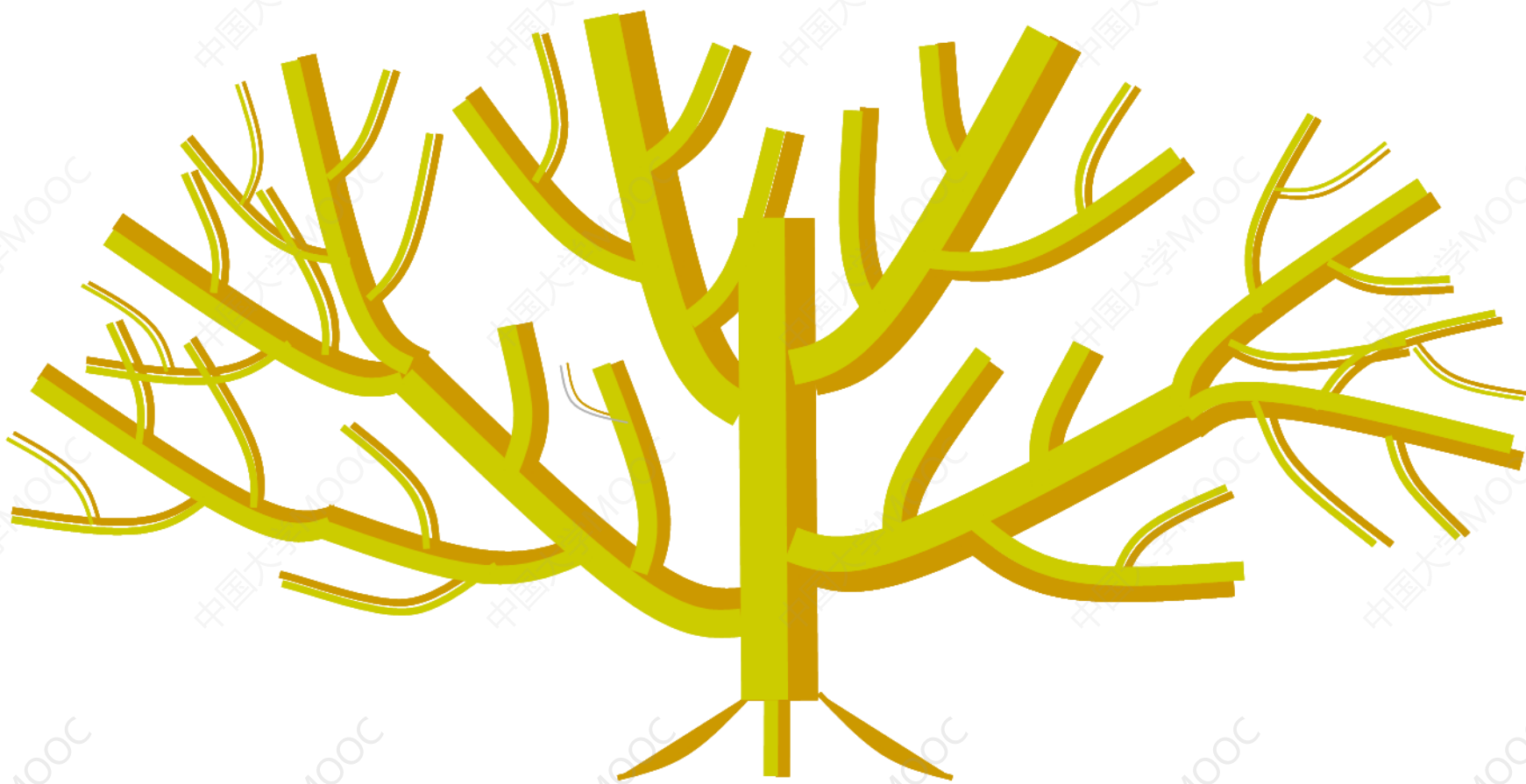
战 德 臣

哈尔滨工业大学计算学部教学委员会主任
国家教学名师

18686783018, dechen@hit.edu.cn

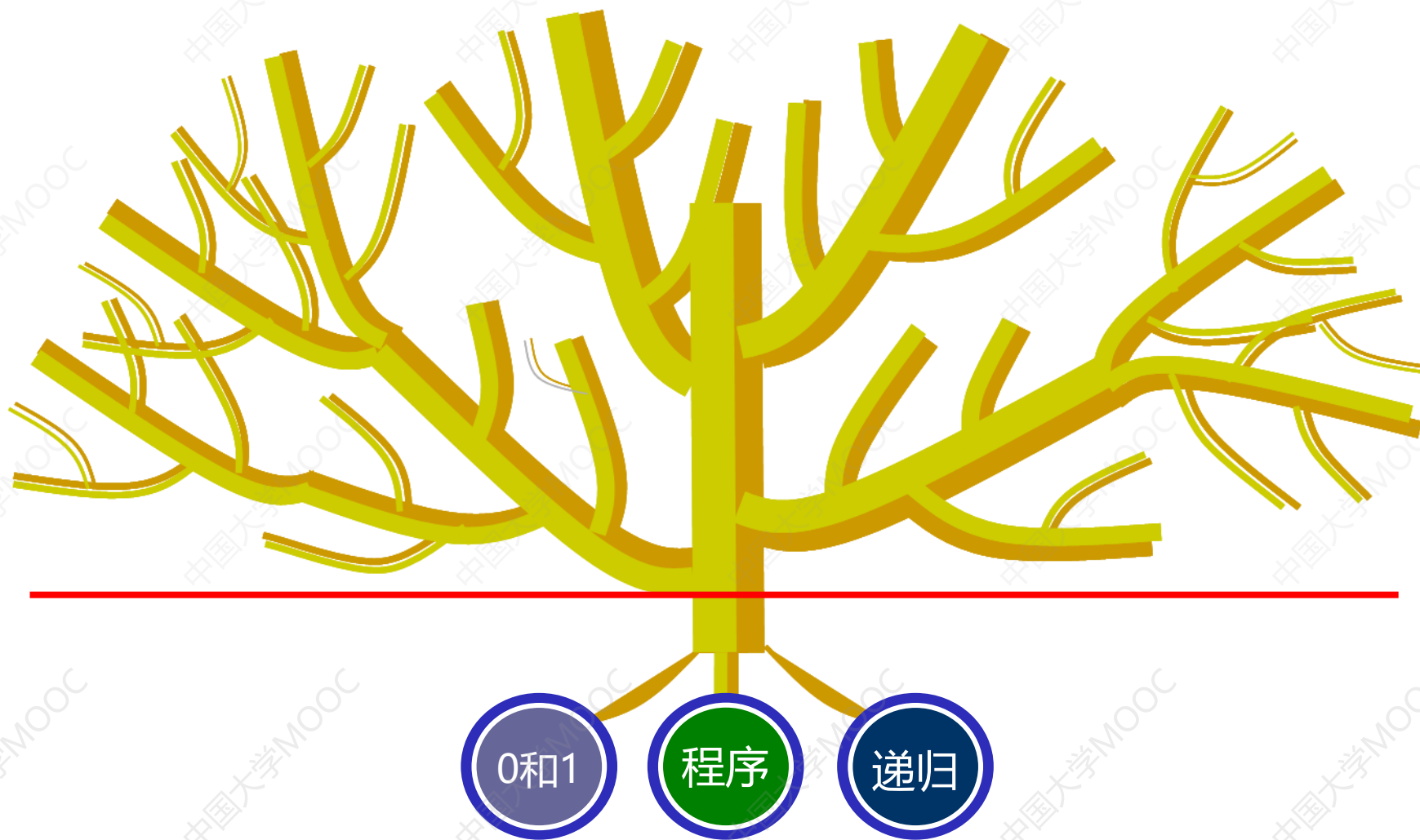
从计算之树看大学计算思维教育空间

2



树根：奠基性思维

3



树根：奠基性思维

4

■ “0 和 1” 思维--符号化→计算化→自动化

➤0和1是实现任何计算的基础；社会/自然与计算融合的基本手段；0和1是连接硬件与软件的纽带；0/1是最基本的抽象与自动化机制。

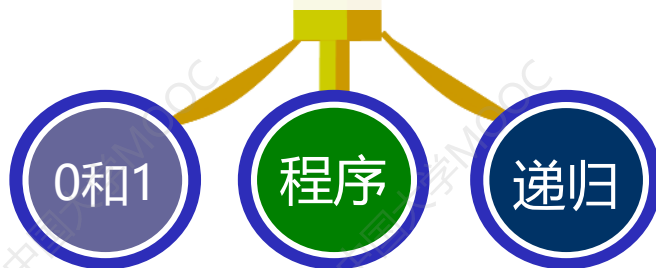
■ “程序” 思维--千变万化复杂功能的构造、表达与执行

➤计算机是能够执行程序的软件或硬件

➤程序是基本动作(指令)的各种组合，是控制计算系统的基本手段

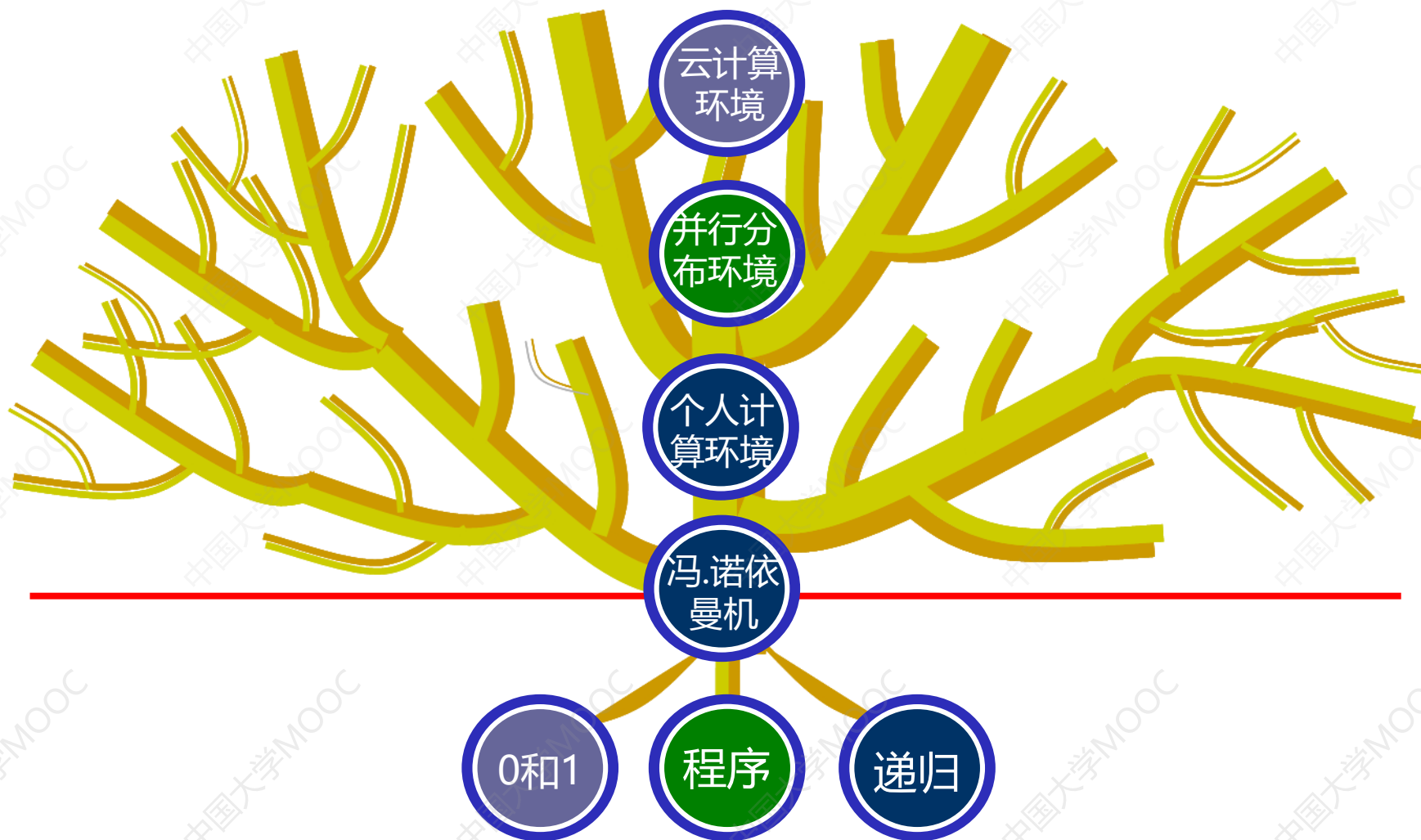
■ “递归” 思维--无限事物及重复过程的表达与执行方法

➤递归是最典型的构造程序的手段，是可以表达让机器大量重复动作的构造手段；递归函数是可计算函数的精确的数学描述；递归函数是研究计算学科理论问题的基础



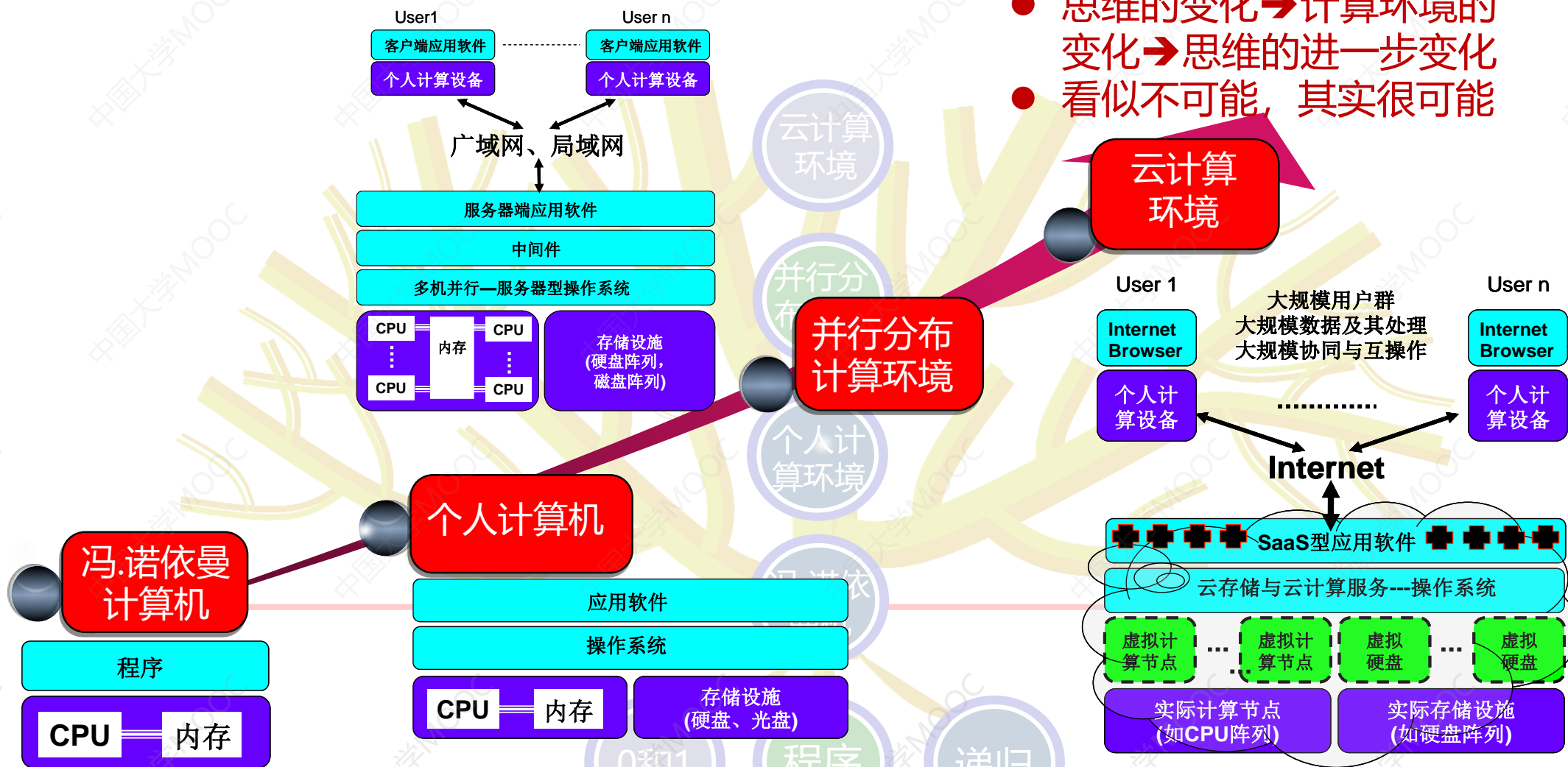
树干：通用计算环境演变

5



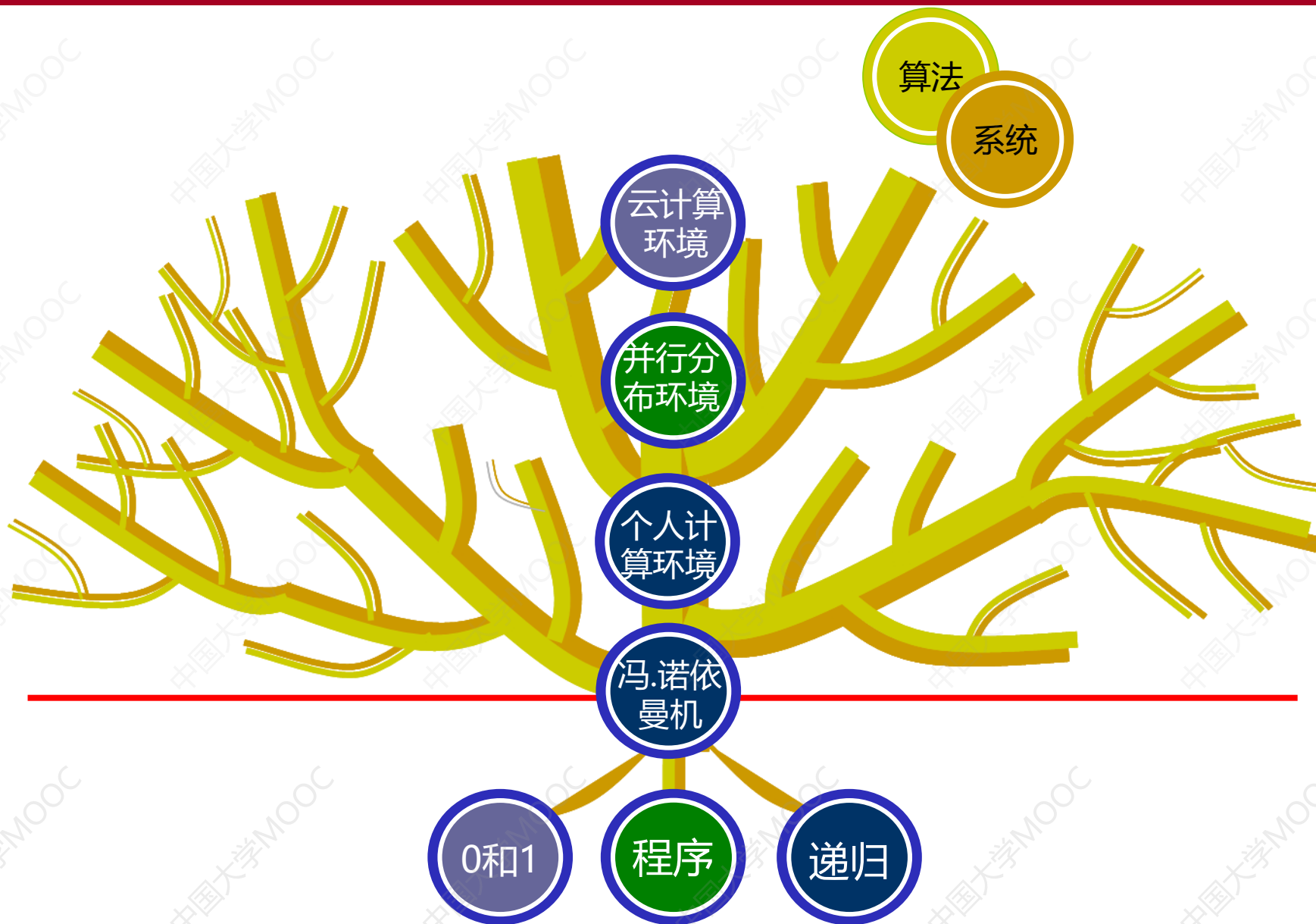
树干：通用计算环境演变

- 思维的变化 → 计算环境的变化 → 思维的进一步变化
- 看似不可能，其实很可能



两色树枝：问题求解的两种手段-算法与系统

7



两色树枝：问题求解的两种手段-算法与系统

8

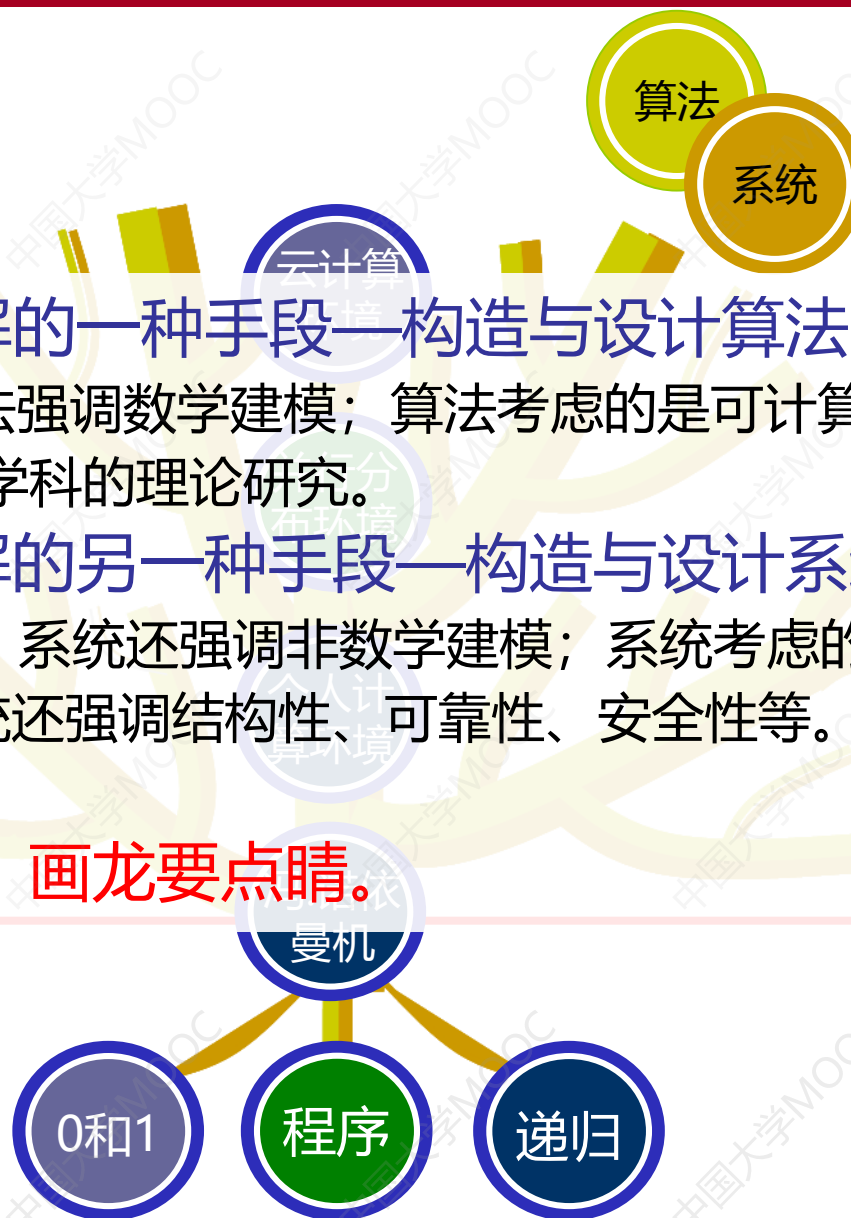
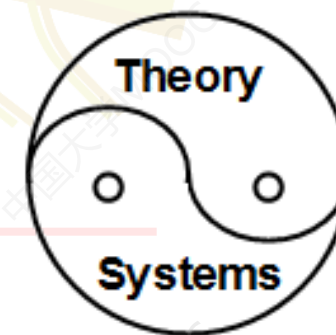
■ “算法”：问题求解的一种手段——构造与设计算法

■ 算法是计算的灵魂；算法强调数学建模；算法考虑的是可计算性与计算复杂性；算法研究通常被认为是计算学科的理论研究。

■ “系统”：问题求解的另一种手段——构造与设计系统

➤ 系统是改造自然的手段；系统还强调非数学建模；系统考虑的是如何化复杂为简单（使其能够被做出来）；系统还强调结构性、可靠性、安全性等。

系统是龙，算法是睛，画龙要点睛。



各树枝：计算与社会/自然的融合

9

社会/自然的计算化

生物计算
计算生物学
计算语言学

量子计算/光子计算

云计算环境

移动计算
智能计算
纳米计算
神经计算

算法
系统

计算/求解的自然化

计算物理学
计算化学

计算经济学
计算统计学
计算金融学

抽象

并行分布环境

自动化

用社会/自然所接受的形式体现计算及结果

企业计算
计算工程学

服务计算
云计算

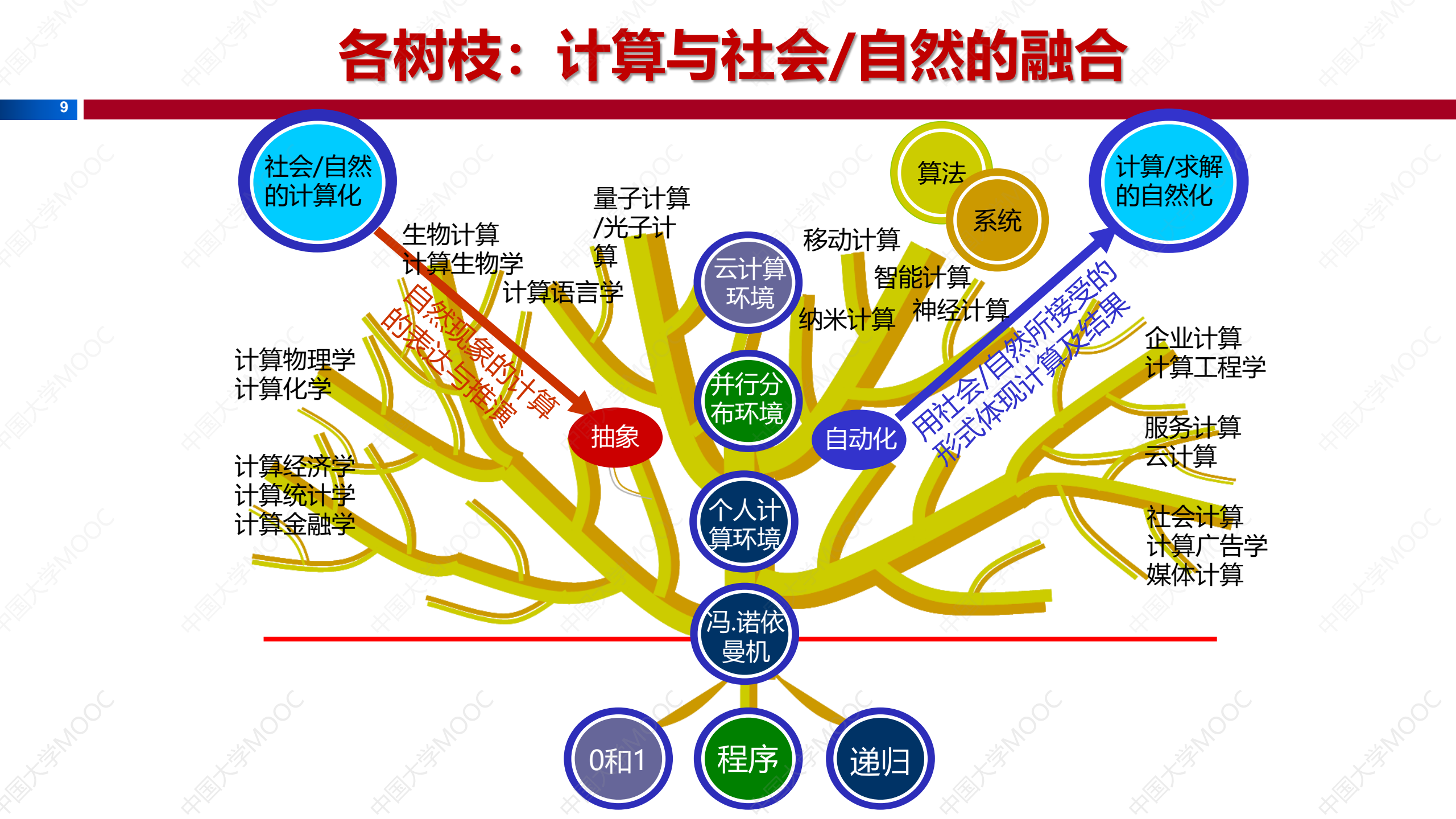
社会计算
计算广告学
媒体计算

冯·诺依曼机

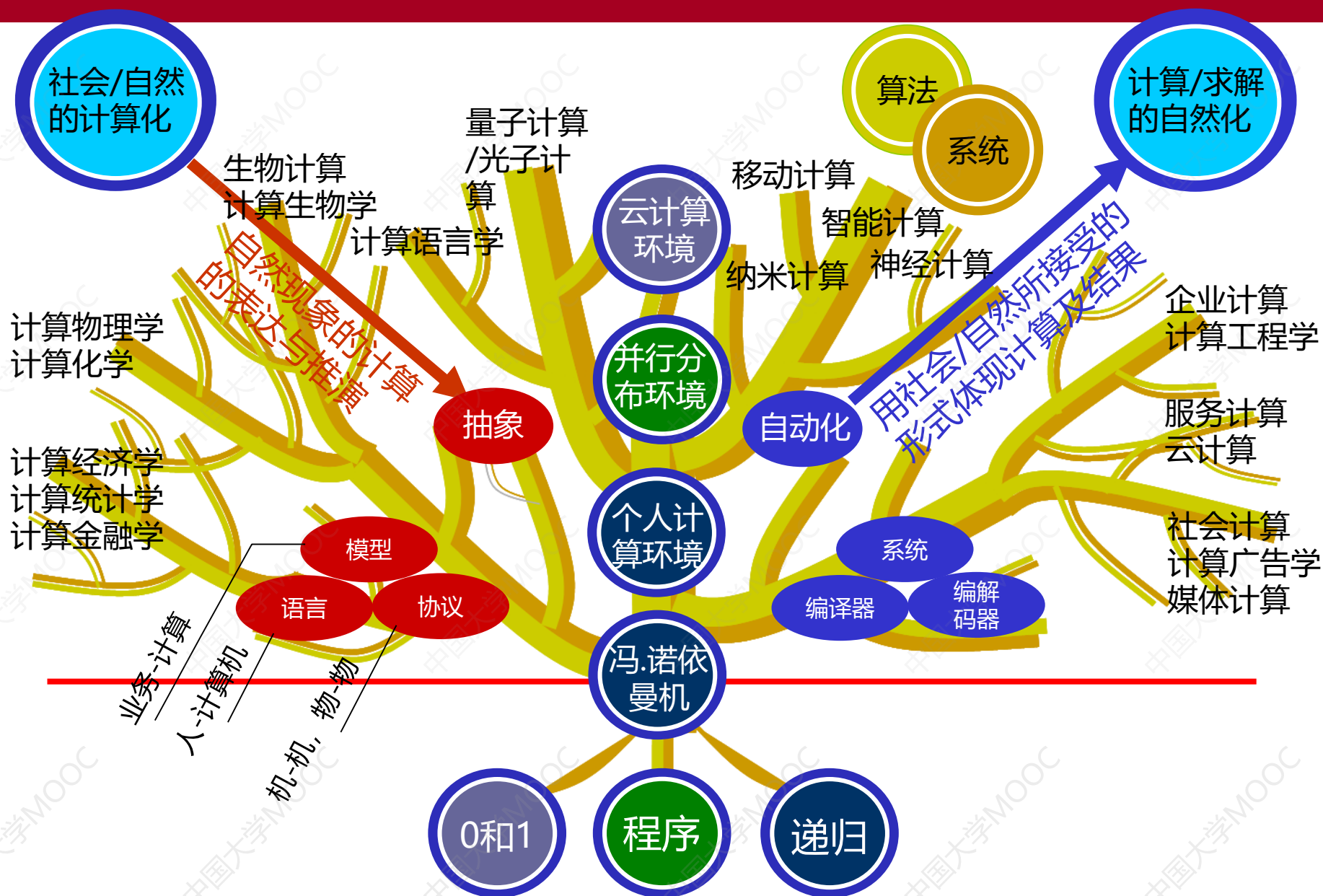
0和1

程序

递归

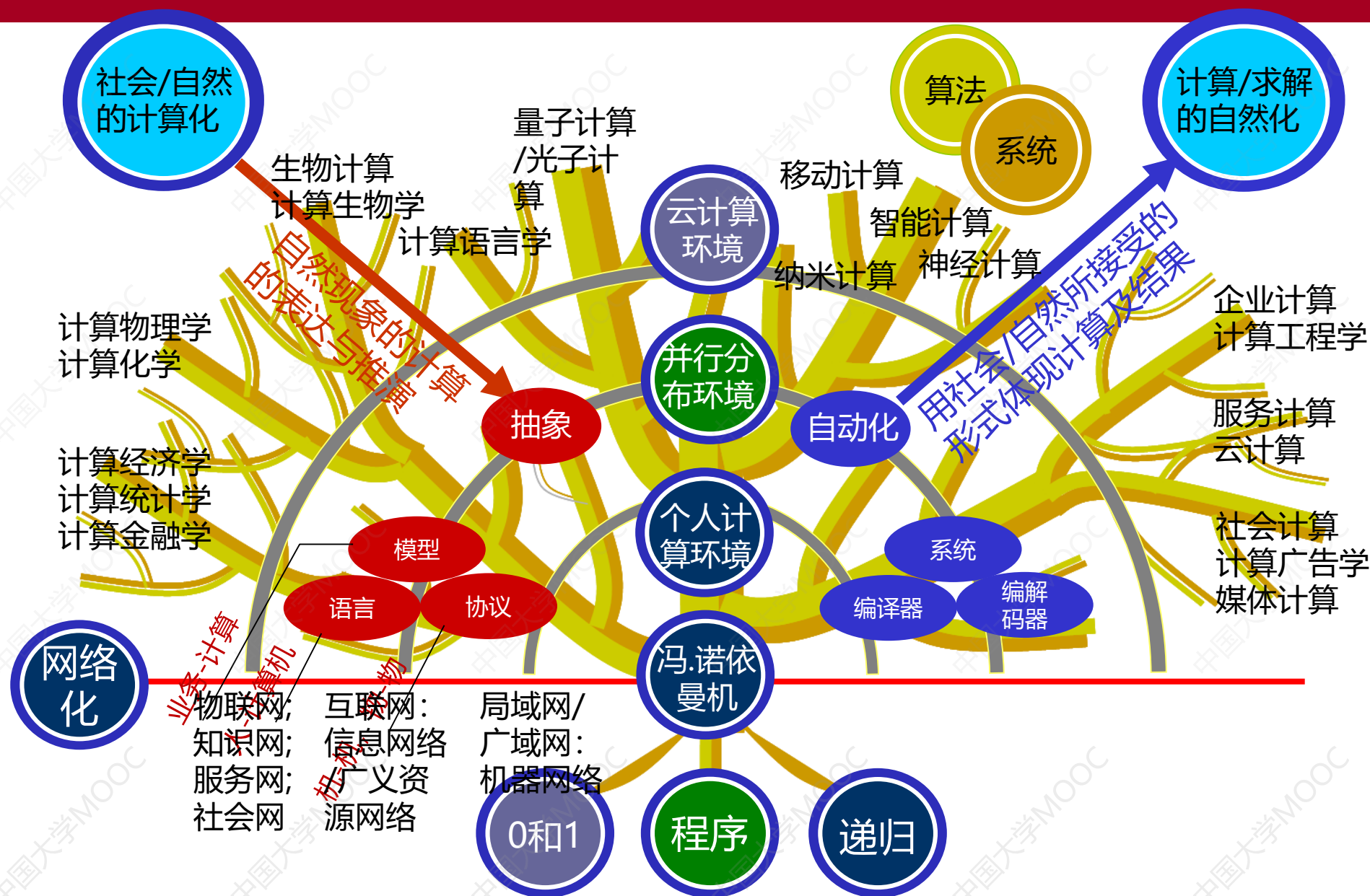


三个层面的融合机制-抽象与自动化



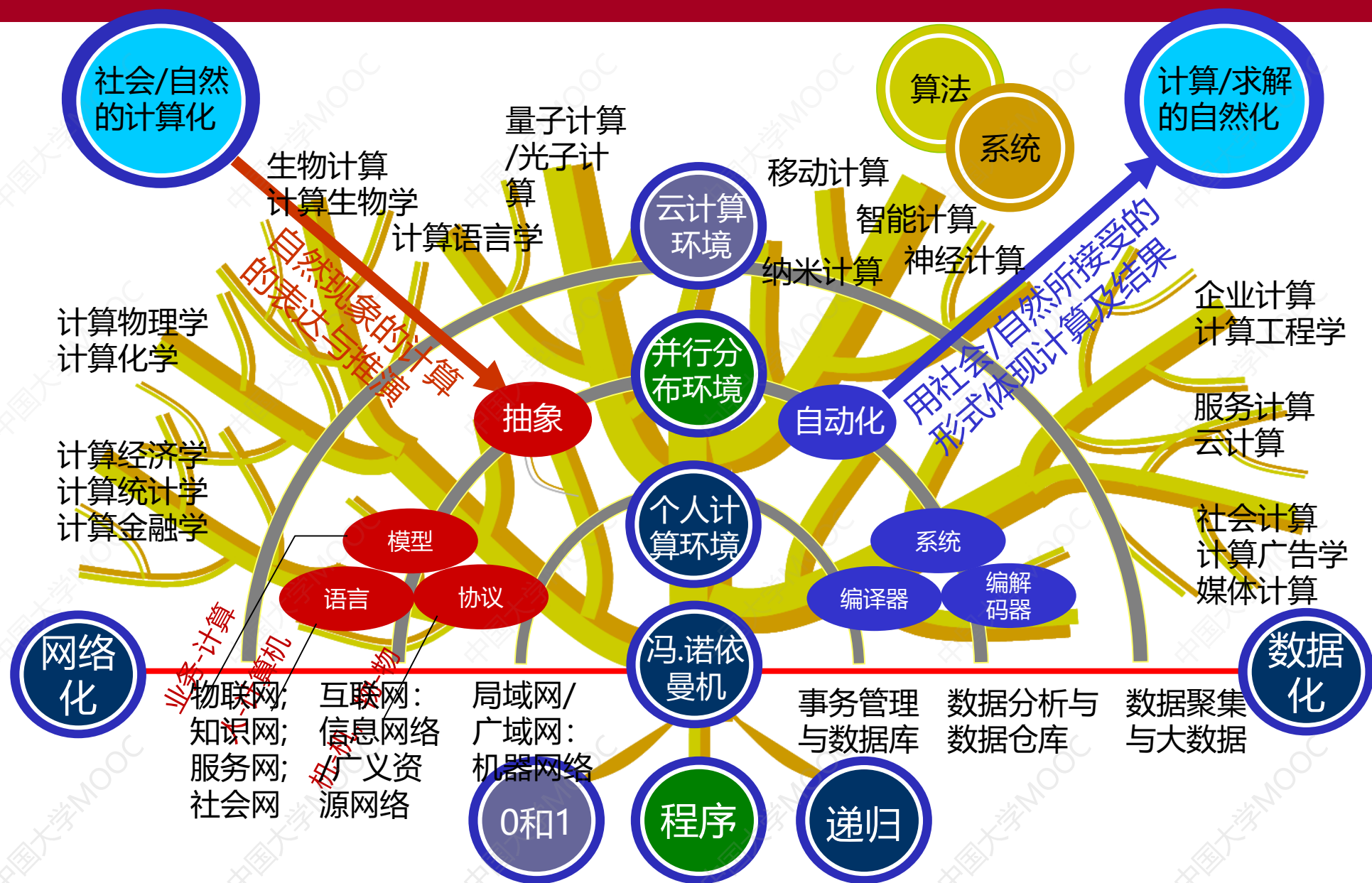
网络化思维

11



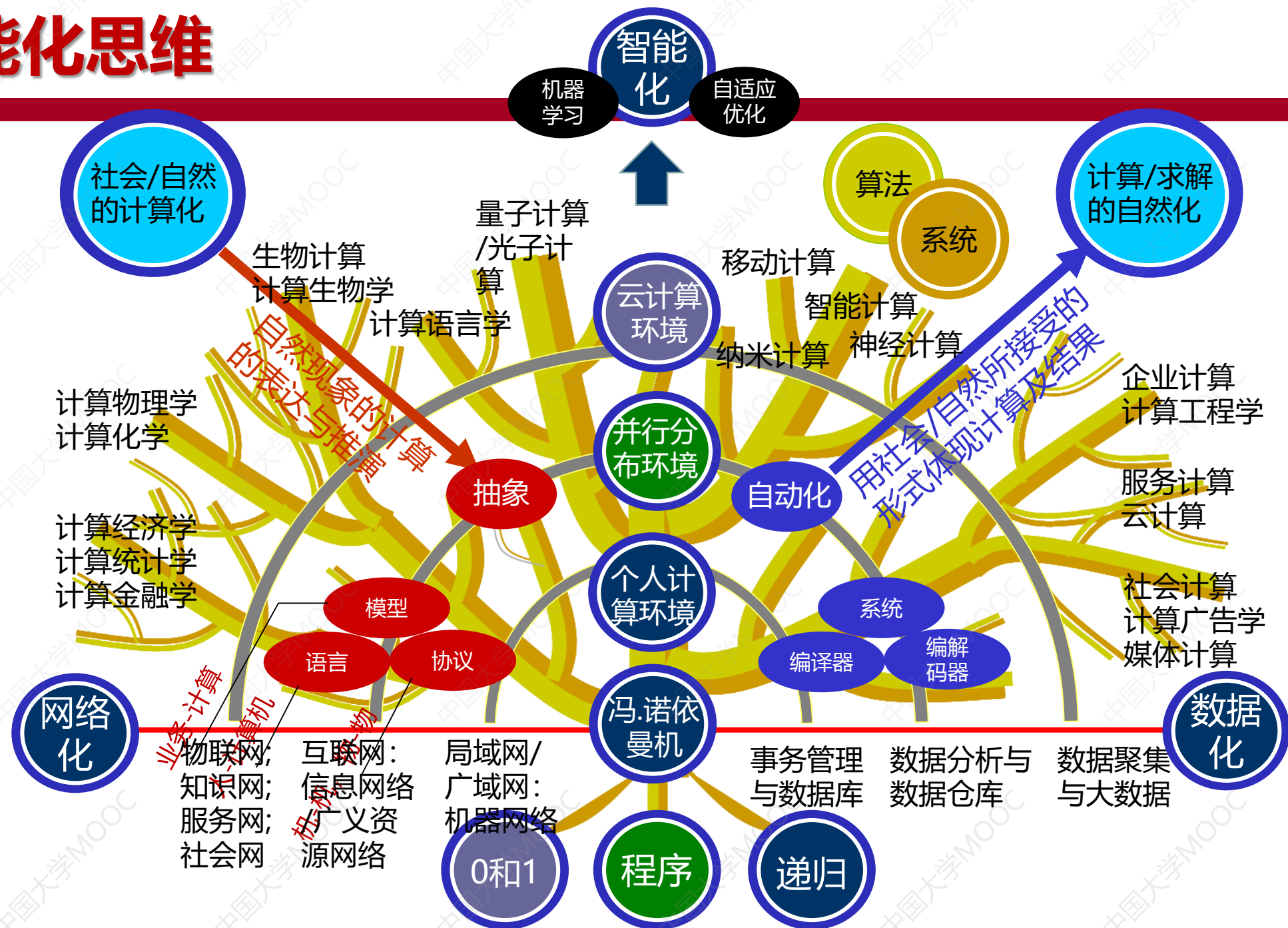
数据化思维

12



智能化思维

13



从计算之树看大学计算思维教育空间

14

怎样学习计算思维

- “**知识/术语**”随着“思维”的学习而展开，“**思维**”随着“知识”的贯通而形成，“**能力**”随着“思维”的理解而提高。
- 从**问题**分析着手，强化如何进行**抽象**，如何将现实问题抽象为一个数学问题或者一个形式化问题，提高问题表述及问题求解的严谨性。
- 通过**图示化**方法来展现复杂的思维可以一目了然；通过规模较小的问题求解示例来理解复杂问题的求解方法；通过从社会/自然等人们身边的问题理解到计算科学家是如何进行问题求解。
- 追求“问题”及问题的**讨论**，通过逐步地提出问题，使自己从一个较浅的理解层次逐步过渡到较深入的理解层次，通过不同视角和递阶的讨论，使自己理解和确定前行的方向。
- 宽度与深度相结合，从**宽度**学习开始，**深度**学习结束，既能够使自己理解相关的思维与知识，还能够有助于建立起较为科学的研究习惯与研究方法。
- 思维蕴含在**案例**中，案例蕴含着思维。