

# AI公开课：19.05.15施尧耘-达摩院量子实验室主任《量子计算：前景与挑战》课堂笔记以及个人感悟

原创

一个处女座的程序猿 于 2019-05-29 09:12:01 发布 12676 收藏 6

分类专栏：[High&NewTech](#)

版权声明：本文为博主原创文章，遵循 [CC 4.0 BY-SA](#) 版权协议，转载请附上原文出处链接和本声明。

本文链接：[https://blog.csdn.net/qq\\_41185868/article/details/90214366](https://blog.csdn.net/qq_41185868/article/details/90214366)

版权



[High&NewTech](#) 专栏收录该内容

82 篇文章 14 订阅

订阅专栏

AI公开课：19.05.15施尧耘-达摩院量子实验室主任《量子计算：前景与挑战》课堂笔记以及个人感悟

## 导读

施尧耘1997年本科毕业于北京大学，后在普林斯顿大学取得计算机科学博士学位，是密西根大学安娜堡分校终身教授。在理论量子信息科学领域，施教授涉猎颇广，研究主题包括：量子算法和复杂性，量子通信复杂性，量子系统和量子计算的经典模拟，量子信息学和量子密码学。

2017年6月，施博士加入阿里巴巴集团，担任高级研究员，并创建了达摩院量子实验室（Alibaba Quantum Laboratory, AQL）。目前，AQL地跨太平洋两岸，分处杭州和西雅图；其跨学科、国际化的团队正在迅速成长，并为实现量子计算的潜力而努力奋斗着。目前担任阿里云量子技术首席科学家，他的主要工作是组建并负责阿里云量子计算实验室。施尧耘主要的工作地点是在西雅图。西雅图算是云计算的圣地了，亚马逊和微软两大科技巨头、也是两大云计算厂商坐落于此。此前曾听马化腾讲过一个故事，说腾讯为了方便从微软挖人，把腾讯的美国实验室就建在微软的对面，^^，哈哈.....

什么是量子计算？量子计算=利用量子物理非经典性质的计算，这是有别于经典计算的最不同之处。他曾说：“我正在迫切要招量子体系结构、量子编程语言、量子编译等等。这些领域是大规模量子计算必须的，也是学界、工业界都非常稀缺人才的。所以我面临的一个挑战是如何找到理想的人才：既懂量子，又善编程。两者兼顾的凤毛麟角。所以我要把量子科学家工程化，或者把软件工程师量子化。”

## 目录

[问答环节](#)

[现场PPT](#)

[演讲PPT](#)

## 问答环节

小编正在使劲整理中.....

**雷鸣教授**：传统的计算是看CPU，但是量子计算是不是量子位，运算能力能够提升一倍，这句话怎么理解？

**施尧耘教授**：从科学来看，并不是从N到N+1。其实，关键是看到背后，能够做的更多才是最好的。

**雷鸣教授**：量子计算，假如以后实现后，如何衡量或者什么指标判定？

**施尧耘教授**：其实IBM有尝试做这样的事情，Quantum量子体积来去量化量子芯片的算力。如果精度不提高，有时候比特再多也是垃圾，还没有完全的一个定义。但是对我来说，**主要看比特个数和精度**。

**雷鸣教授**：如果定量很难得话，那么定性的话，如果位数提升，比如从10位到11位，会有怎么样的提升。如果到可用的精度，会怎么样？

**施尧耘教授**：对于三岁的小孩，让他了解论，这其实很难判定的。到底量子比特到底能活多久，信息保存多长，比较关键。理论上，量子计算可以无情无尽的往下去做。这也是一个很好的课题。50个比特，有 $2^{50}$ 的参数(是一个超大的数字)，这个数字，其实蛮有意思。真正到了这个个数的时候，或许可以与强大的计算机媲美。

**雷鸣教授**：量子计算，从产业角度分析落地应用。

**施尧耘教授**：我觉得在模拟量子系统方面最先落地，本身问题就是用量子语言去描述。还是有一个规模的。其实，经典计算也不差，比如人脸识别，采用量子计算可能还不如物理计算。材料方向，更有可能先需要用到量子计算。材料方面，比化学方面，量子力学依赖更大。

**雷鸣教授**：量子计算的期待，现在看到的通用计算，比如执行C++语言的现实场景。

**施尧耘教授**：不同的计算工具有各自的用途，虽然量子计算很神奇，但是物理计算也是不差的，不会迅速发展去替代或者超越物理计算。如果用量子计算去做排序问题，会发现量子计算做排序也不一定会比物理计算更快。总的来说，**量子计算和物理计算，未来的发展，各有所长**。

**雷鸣教授**：中国的量子计算在世界的水平？

**施尧耘教授**：量子计算主要来源欧洲，当下，美国还是比较厉害的。就像走在最前的人，不一定是最后成功的人，对于中国来说，中国还是有希望弯道超车的。在杭州，有很多学术界华人、工业界大佬，都汇聚到了阿里巴巴。

**雷鸣教授**：量子领域需要什么样背景的人才？

**施尧耘教授**：第一个是你的**专业专长**，最好是量子计算或者与其相关的，比如材料科学的实验。第二是，你的**潜能**，科学素养和理解能力。第三个是你的**激情**，在阿里，我们真的都是为量子而纠缠的学子。

**雷鸣教授**：关于量子密码学的看法。

**施尧耘教授**：后量子密码学。我来阿里巴巴之前，花了四五年研究了量子密码学，其实，到现在没有多大改变。现在的密码学，比如RSA算法，这东西是安全的，没有人聪明的去破解它。量子把物理学引入到量子密码学里面。大部分量子密码学的研究主要在两个方面，一个是研究生产生随机数；另一个是量子密钥，量子粒子有一个特点是不能复制，而经典可以无穷复制。

**雷鸣教授**：模拟量子计算机和量子计算机的区别或者理解。

**施尧耘教授**：量子退火算法，比如几个量子比特，计算机可以调整几个比特之间的强度，你的输入会变成量子比特之间耦合的参数。一开始相互作用的初始状态很简单，根据退火定理，慢慢的演化过程中，最后的状态会有你的答案。在实际操作过程中，量子模拟其实并不是很高的，所以噪音有时候会使计算结果没有意义。

个评：关于今天的量子讲解，博主也就听懂了30%左右吧，说实话，听的有点懵懂。**在最前沿、最新的领域，跑在最前头的人，不一定会跑到最后，后来者，弯道超车的机会更大！**比如，当大家都在沙漠中，迷路的时候，任何方向都有可能是出路！所以，**前行的路上，冷静思考，很重要！**

备注：以上对话环节的文本编辑，为博主总结，与原文稍微有异，请以原文录音为准。时间紧迫，如有错误，欢迎网友留言指出、探讨。

## 现场PPT

小编正在使劲整理中.....



## 演讲PPT

小编正在使劲整理中.....

### 量子AI

AI当前有意思的研究点，利用AI发现物理世界。其实该研究还是非常遥远的，蛮漫长的，因为AI真正起作用的是算力和大数据。

- 量子加强学习
- 量子模型



### 量子力学

量子计算=利用量子物理非经典性质的计算，这是有别于经典计算的最不同之处。

- 能量不连续：原子发出的光，只有对应**能级差**的波长才会出现。
- 叠加态：量子领域有更多的状态，比如生+死，电子云的概念对应叠加态。
- 纠缠：两个或者多个物件之间特别的状态。但是，在物理下，不可能出现的状态。

## 能量不连续 Discrete energy

原子的能级  
Energy Levels of an atom

能级跃迁对应光子的吸收/发射  
Jumping level associated with photon absorption/emission

原子发出的光 (光谱) : 只有对应能级差的波长才会出现  
Spectrum of an atom : only frequencies corresponding to energy gaps can appear

<https://yunyaniu.blog.csdn.net>

## 叠加态 Superposition

死 + 生  
Dead + Alive

电子云  
Electron Cloud

<https://yunyaniu.blog.csdn.net>

### 三张PPT讲解量子概念

- 量子力学公理：量子态，很简单，就是长为1的向量。有些实验，经典物理无法解释，所以量子力学就诞生了。
- 量子态的演化为保持长度的线性变换(根据薛定谔的方程)。
- 测量结果随机，概率由向量系数决定。

## 量子力学公理 Axioms of QM

1. 量子态是长为1的向量  
The state is a unit length vector

<https://yunyaniu.blog.csdn.net>



## 量子力学公理 Axioms of QM

看到 "0" 的概率  $\text{Prob}["0"] = 16/25$   
看到 "1" 的概率  $\text{Prob}["1"] = 9/25$

3. 测量结果随机，概率由向量系数决定  
Measurement outcome is random; the probabilities are determined by vector coefficients

<https://yunyaniu.blog.csdn.net>

### 量子计算模型：

- 存储：1量子比特，是2维平面上的单位向量；N量子比特，是 $2^N$ 维平面上的单位向量
- 量子电路：经典输入 → 量子门电路 → 测量
- 超导量子芯片：量子比特，人造原子。超导量子计算。

### 量子计算模型:存储 QC Model: Storage

达摩院

- 1 量子比特: 2维平面上的单位向量  
1 Qubit: a unit length vector in 2 dimensional space
- N 量子比特:  $2^N$  维空间上的单位向量  
N qubits:  $2^N$  dim space

<https://yunyanliu.blog.csdn.net>

### 量子计算模型:量子电路 QC Model: Quantum Circuit

Alibaba Group 达摩院

经典输入 Classical input    使用量子门电路 Apply gates    测量 Measure

<https://yunyanliu.blog.csdn.net>

### 超导量子芯片 Superconducting QC

达摩院

UCSB/Google's 9 qubit chip    量子比特 Qubits

同样原理 Same principles

<https://yunyanliu.blog.csdn.net>

### 超导量子计算 Superconducting QC

达摩院

UCSB/Google's 9 qubit chip    AQL's Dilution refrigerator

<https://yunyanliu.blog.csdn.net>

## 量子的现状和挑战

才进入阿里的时候，还不太清楚，什么是量子电子管，所以没着急去做。但是，后来通过了解电子管晶体管的发展，明白到，只要能带来价值，就有理由去做。量子计算机什么时候出现？首先要定义什么是量子计算机，广义上讲，外国，已经有了模拟的量子计算机(但不太是确切的量子计算机)，该公司可免费提供了1分钟的量子计算机使用时间。



### 何时才有量子计算机 When will there be a QC

达摩院

D-Wave 2000Q: 解决一特定问题, 尚无有力证据有优势 Specialized solver No clear evidence of advantage

IBM System Q One; 20 qubits 何容易被模拟 Can be easily simulated

<https://yunyanliu.blog.csdn.net>

## 何时才有?

- 量子霸权: 量子计算机计算物理计算机无法完成的任务。如何让量子比特活的更长, 其实比较难。量子纠错, 其实也是一个很困难的研究。
- 演示逻辑比特和实际应用:
- 大规模应用

### 何时才有...When will there be...

达摩院

- ~ 2 Yrs    "量子霸权" Quantum Supremacy (beating the best classical simulation)
- ~ 5 Yrs    演示逻辑比特和实际应用 Demonstrate fault-tolerance and real-world applications
- ~ 10-15 Yrs    大规模应用 Large scale applications

<https://yunyanliu.blog.csdn.net>

## 挑战

- **噪音**：越多比特越垃圾，需要达到可纠错的保真度。要看比特数和精度，这是一个基本问题。量子信息会有死掉的情况，会流失到其他系统内。如果计算很长，错误很大。
- **低温电子学**：经典的电子器件很难在量子下工作。

The image contains two slides from Tsinghua University. The left slide, titled '挑战: 噪音 (退相干) Challenges: Noise(decoherence)', features a diagram of a quantum circuit with qubits and a cloud labeled '垃圾 Garbage' representing noise. It states '噪音叠加 noise piles up' and '需要达到可纠错的保真度 Need to reach correctible threshold'. The right slide, titled '挑战: 低温电子学 Challenges: low-temp electronics', shows a cryogenic control system and a 9-qubit chip. It asks '控制电路放在制冷机里? Putting control inside?' and notes 'UCSB/Google's 9 qubit chip' and '控制电路在室温 Control electronics in room temperature 制冷机无法承受 Too many wires going in!'.

挑战: 噪音 (退相干)  
Challenges: Noise(decoherence)

达摩院

“0”  
“1”  
“0”

噪音叠加 noise piles up

垃圾  
Garbage

需要达到可纠错的保真度  
Need to reach correctible threshold

<https://yunyaniu.blog.csdn.net>

挑战: 低温电子学  
Challenges: low-temp electronics

达摩院

控制电路放在制冷机里?  
Putting control inside?

每个比特单独控制  
Each qubit is  
individually controlled

UCSB/Google's  
9 qubit chip

控制电路在室温  
Control  
electronics in room  
temperature  
制冷机无法承受  
Too many  
wires going in!

<https://yunyaniu.blog.csdn.net>

## 参考文章

量子计算大牛施尧耘谈加入阿里云：一开始我是拒绝的

【清华AI公开课】施尧耘：量子计算终将实现；段路明：大规模量子计算还任重道远