

量子信息科学 课程教学大纲

Course Outline

课程基本信息 (Course Information)					
课程代码 (Course Code)	CS251	*学时 (Credit Hours)	32	*学分 (Credits)	2
*课程名称 (Course Title)	(中文) 量子信息科学 (英文) Quantum Information Science				
*课程性质 (Course Type)	本科生专业选修课				
授课对象 (Target Audience)	2016 级计算机科学与技术 (致远荣誉计划)				
*授课语言 (Language of Instruction)	中/英文 (双语)				
*开课院系 (School)	致远学院				
先修课程 (Prerequisite)					
授课教师 (Instructor)	段润尧	课程网址 (Course Webpage)			
*课程简介 (Description)	<p>本课程讲授量子计算的基础知识。首先对当前正在兴起的量子信息技术革命做一个很直观的回顾，特别通过量子魔方游戏对量子纠缠这一特殊的量子效应的应用做了解释。之后重点讲授量子力学的四条基本假设，并介绍量子测量在状态分辨中的应用，最后推导出贝尔不等式以及并指出量子力学如何因为量子纠缠的存在而违背这一不等式。鉴于复线性代数的对量子计算的特殊重要性，我们在课程中将复习有关复线性代数的基本概念，特别是标准正交基、投影算子、正规算子谱分解定理、奇异值分解、Schmidt 分解等内容。之后依次对经典可逆计算模型、量子电路模型、量子模拟算法、量子傅立叶变换、量子求阶算法、Shor 大数分解算法、Grover 搜索算法等内容进行讲授，最后对量子香农理论做一个初步介绍。通过本课程的学习，希望培养起学生对量子计算的兴趣，了解其基本数学原理和主要算法，并有进一步阅读科研论文的能力。</p>				
*课程简介 (Description)	<p>In this course we will present the mathematical basics of quantum computing. We will first review the emerging quantum information technology revolution, especially explaining the weird features such as quantum entanglement through a quantum magic square game. Then we will focus on the four fundamental postulates of quantum mechanics, and apply quantum measurements to show that non-orthogonal states cannot be discriminated exactly. Finally we derive the Bell inequality, and show why quantum entanglement violates this inequality.</p> <p>Due to the special significance of complex linear algebra to quantum computing, we</p>				

will review basics concepts and results, including orthonormal basis, Projection operator, spectral decomposition theorem, singular-valued decomposition, and Schmidt decomposition. Then we start to present the basic results on classical reversible computing, quantum circuit model, quantum simulation methods, quantum Fourier transform, quantum order-finding algorithm, Shor's factoring algorithm, Grover quantum search algorithm, and finally a very general introduction to quantum Shannon theory. We hope students will find this course fun, and grasp mathematical basics of quantum computing and basic algorithms, and other necessary elements to read deep research papers.

课程教学大纲 (course syllabus)

***学习目标(Learning Outcomes)**

1. 熟练掌握量子力学的四条基本假设，能熟练应用狄拉克符号以及复线性代数来进行有关计算
2. 掌握量子计算普适性的基本结论，特别是控制非门和单量子比特门是普适的。
3. 掌握基本量子模拟算法和基于量子相位估计的算法以及量子搜索算法
4. 了解量子计算的现状和面临的机遇和挑战

	教学内容	学时	教学方式	作业及要求	基本要求	考查方式
	*教学内容、进度安排及要求 (Class Schedule & Requirements)	量子计算介绍	3	专题报告	阅读文献	了解背景
量子力学四个基本假设(两次课)		6	专题报告结合课堂讲授	完成指定习题	掌握基本假设，会进行简单分析	随堂作业
复线性代数		3	选择重点内容课堂讲授	完成指定习题	熟练掌握复线性代数与实数情形区别	随堂作业
经典可逆计算回顾		3	重点讲授如何进行可逆化	阅读相应内容	掌握可逆计算的实现过程	随堂提问
Deutsch-Jozsa 算法(1)		2	课堂讲解	阅读相应内容	掌握算法以及正确性分析	随堂作业
Deutsch-Jozsa 算法(2)、量子超密编码、量子隐形传态		3	课堂讲解	完成指定练习	掌握算法/协议以及正确性分析	完成指定作业
量子傅立叶变换、量子相位估计算法(两次课)		6	课堂讲解	阅读相应内容	掌握算法以及正确性分析	随堂作业

	量子求阶算法 (Order-finding)、 量子大数分解算 法(Factoring)	3	课堂讲解	阅读相应内 容	掌握算法 以及正确 性分析	随堂作业
	量子香农理论介 绍+随堂作业课	3	专题报告	了解量子香 农理论	随堂作业	随堂作业
					
*考核方式 (Grading)	随堂作业：10分（作业卷面满分30分，折算为10分） 大作业：90分，完成 Shor 量子算法的编程以及模拟 总分：100分					
*教材或参考资料 (Textbooks & Other Materials)	Quantum Computation and Quantum Information, Michael A. Nielsen and Isaac L. Chuang, Cambridge Press, 2000.					
其它 (More)						
备注 (Notes)						

备注说明：

1. 带*内容为必填项。
2. 课程简介字数为 300-500 字；课程大纲以表述清楚教学安排为宜，字数不限。