

# 2016春学期新加坡国立大学交流总结

2016-10-20 13:51:38

本学期，我有幸前往新加坡国立大学交流学习，在美丽现代的“狮城”度过了四个月充实而难忘的生活。热带终年炎热的气候，各种肤色、信仰的人们和谐共处的“熔炉”社会，local们口音独特的“singlish”等等，既是挑战，又是惊喜。在新加坡的每一天，我几乎都在一种恍若新生般的惊叹与满足中度过，异域的那些人，那些景，那些事，无不时时刻刻开拓着我的眼界，刷新着我对于世界的认知。除此以外，新国立的一套与国内大学明显不同的教学体系也充满了新鲜感：一学期的课程分为上下两个阶段，由不同的老师教授，换一种教学风格让学生不容易感到枯燥；所有课程都是lecture+lab+tutorial的模式，各个部分的学时都有详细的规划，比复旦的课程设置更加完备和详细；更多的课程project也有利于对于所学知识更加透彻的理解和掌握。因此，虽然新国立各项课程的难度和深度相比于复旦都要小一些，但我依旧度过了十分充实、收获颇丰的一学期。因为没有了培养方案的限制，本学期我也得以随心所欲地选择感兴趣的课程，一共修读了4门课程，并旁听了1门课程。模拟集成电路设计(Analog Integrated Circuit Design)：按照复旦大学微电子系的培养方案，这是我们大三下学期必修的一门专业课程，但在NUS只有在研究生和博士阶段才开设这门课程，于是我们同去的三个同学便成了混迹于一群研究生和博士生中的唯一几个本科生，因此也从迈进教室的那一刻起便时刻感到压力山大。这门课的内容非常大，很多内容因为老师默认大家已经在本科阶段学习过所以都一笔带过，而我们却往往一头雾水。这导致我们课上大多数时候都跟不上老师的思路，只能在课后先补上我们欠缺的那部分基础知识，然后再花更多的时间自学老师那份十分简略的讲义，很是辛苦。尽管如此，我们还是较好地掌握了基础层面的知识，由于最后的考核涉及的也主要是这部分基础的内容，我们也取得了不错的成绩。在课程的上半部分，我们从温习MOSFET的结构和原理开始，在模拟电子学基础所学内容的基础上，进一步学习了更加一般的MOSFET处于强反型和弱反型状态下的漏电流、输出阻抗、跨导、高频栅电容等计算方法。接着我们学习了各种电流镜，共源、共漏、共栅基本放大器及其Cascode结构，差分对，运算放大器的分析和计算方法。温习了反馈的作用及其对稳定性的影响，利用根轨迹和奈奎斯特图判断系统稳定性方法，以及各种常用的补偿方法。最后学习了两级运放各项性能指标的计算及补偿方法，以及折叠式、套筒式等改进型运放结构。在课程下半部分的学习中，我们学习了有源RC滤波器，尤其是Butterworth滤波器的设计方法；学习了基于MOSFET的模拟电路噪声分析方法；并初步了解了振荡器、比较器和采样-保持电路的设计方法。本课程有两个课程project。在第一个课程project中，我们被要求利用LTSpice软件和指定的MOSFET模型，选择合适的结构设计一个运算放大器以满足各项性能指标。第二个课程project则是利用已经设计好的运放进一步设计一个高通有源滤波器和一个采用Sallen-key结构的低通有源滤波器，从而最终组成一个生物信号采集的模拟前端。这两个project难度都比较大，花费了我近一个星期反复调试，也的确加深了我对于所学知识的理解和掌握。数字控制系统(Digital Control Systems)：本学期复旦大学要求修读的专业课程为自动控制原理，但NUS对应的自动控制模块由三门课程组成，分别是introductory level的反馈控制系统，medium level的数字控制系统和advanced level的高级控制系统。因为找不到完全对应的课程，所以我们权衡之下选择了中级课程，既有一定的挑战性，又不至于因为基础缺失太多而造成学习上的困难。作为一门本科生课程，又仅占到整个课程体系的三分之一，这门课的内容并不是很大，整体难度也比复旦的对应课程小了不少。上半学期主要讲授了z变换，采样的频域和复频域表示，拉普拉斯变换和z变换的相互转换，零阶保持采样以及数字控制系统的direct design和emulation design两种设计方法等内容，因为我们在数字信号处理课程中已经学习过这部分知识，因此上半学期我的主要精力集中在自学反馈控制系统课本上，力图补上欠缺的控制系统基础知识。下半学期的课程从温习反馈控制系统基本知识(包括overshoot, steady-state error, settling time等设计指标的定义，这些设计指标与零极点位置的关系等)开始，接着重点讲授了三种常见的数字控制器——PID controller, lead-lag controller, pole-placement controller(or two-degree-of-freedom controller)——的设计方法。在课程的配套lab中，我们学习了如何使用Simulink简单快捷地实现控制系统仿真。这门课程也有两个project，分别是设计一个用于机械硬板读取头控制的lead-lag controller以及为经典的invert pendulum control problem分别设计一个数字PID controller和一个pole-placement controller。神经网络(Neural Networks)：AlphaGo在人机围棋大战中击败李世石标志着机器学习发展史上的又一个里程碑，也在世界范围掀起了一波机器学习研究和应用开发的热潮。我也被机器学习在人工智能、数据挖掘等领域的广泛应用前景所深深吸引，从而趁着交流期间必修课程压力比较小的契机选修了这门研究生课程。虽然名为神经网络，这门课程其实对各种主流的机器学习方法都做了概要性的介绍，神经网络只是其中的一种最为活跃的方法而已。上半学期的课程讲授了神经网络和聚类两种机器学习方法。神经网络起源于对大脑的模仿，然而在工程实践中又超越了大脑原本的形式，衍生出许许多多适用于不同应用领域的网络结构；我们的课程也因循着神经网络的发展历程，从人脑工作机理讲起，由浅入深地学习了单层感知机(perceptron)、多层感知机(MLP)以及RBFN(Radial Basis Function Network)等神经网络结构。对于每一种结构，我们都学习了如何用它们解决分类和函数拟合问题，训练神经网络所用的BP(Back Propagation)算法，以及实际应用中如何选择合适的网络结构、如何防止过拟合、如何调整学习速率等技术细节。聚类是一种无监督学习方法，相较于神经网络这样的监督学习省去了人工给定标签的烦扰，往往可以用于对于原始数据进行预训练，也可以直接应用于精度要求较低的分类问题的解决。我们主要学习了K-means clustering和self-organizing map(SOM)两种聚类方法。下半学期的课程讲授了支持向量机(Support Vector Machine, SVM)和强化学习(reinforcement learning)这两种方法。支持向量机目前被广泛应用于各种分类问题中，与MLP相比，SVM能够求解出最优的decision boundary，泛用性更好，并且往往在分类时的运算量更低。我们由浅入深地学习了训练集margin的定义，支持向量的定义，将分类问题转化为优化问题(Primal problem and dual problem)及用拉格朗日乘子法对其进行求解的方法。在此基础上进一步学习了将原始线性不可分数据映射到高维空间的核函数法和可以进一步提高generalization性能的soft margin方法。强化学习也是一种无监督学习方法，广泛应用于自动控制、机器人等领域。我们学习了适用于状态转移模型已知时的Dynamic Programming方法以及状态转移模型未知(实际应用中绝大多数情况都是如此)情况下的Q-learning方法。这门课程有许多的课后作业和project，因此虽然并不是一门必修课程却占用了我课余的大部分时间。一学期以来，我们在Matlab中亲身实践了每一种所学的机器学习方法，包括利用MLP根据输入不规则人脸图像进行性别分类，利用RBFN进行函数拟合，利用SOM进行手写数字分类，利用SVM进行乳腺癌细胞分类，利用增强学习实现机器人的world-grid navigation等，我也着实乐在其中，成就感满满。德语(Deutsch)：复旦大学的小语种课程每学期都是人满为患，运气不佳连年选不上课的我自然不会放过这次交流的契机体验一把学习第二外语的感觉。接触德语后才发现困扰了我们十几年的英语竟是如此简单，德语中超长的单词，极难记忆的3种冠词格和6种人称格，以及与中文和英语都截然不同的语法，无不挑战着我记忆力和学习能力的极限。这门课的任务非常繁重，除了平均每周一一次的单词默写小测试，每堂课的课前预习作业和课后作业外，还经常需要我们组成小组自导自演一段德语情景对话，并将剪辑好的视频上传至facebook供全班同学评价。不过这种新颖的作业形式倒也颇为有趣，让我们都体验了一把当演员的乐趣。与工科课堂相对冷清的课堂氛围不同，语言课尤其强调师生互动和同学间的交流，每堂课总是异常火热，其乐融融，我也得以在这一过程中结识了更多新加坡的本地学生，在与他们的交流中得以了解他们的日常生活和他们对于世界的看法，这也算是德语课带给我的意外而珍贵的收获。量子力学(Quantum Mechanics)：这是一门物理系大三的专业课，考虑到与自己的专业并不契合可能无法取得好成绩，我选择了旁听。之所以选择这门课是因为在半导体物理的学习过程中，我发现自己对于薛定谔方程、波包、能级、自旋这些量子力学基本概念还不是十分了解，于是考虑趁此机会补上这一薄弱环节。物理系专业课涉及的符号表示法、数学基础等对我而言都比较陌生，授课的西班牙老师的口音也十分奇怪，这门课也因此成为了不小的挑战，尽管如此，我还是大致了解了量子力学的一些基础知识，再回过头去看半导体物理所学内容也能更加透彻地理解了。回首这趟新加坡交流之旅，无数人和事至今仍历历在目：难忘那燥热的热带空气和满大街清凉的人字拖，难忘那渗透进每一个角落的现代气息和滨海湾灯火辉煌的繁华，难忘与来自中国和世界各地的同学们共度的欢乐时光，也难忘独立高台凭栏俯瞰脚下阑珊的灯火时，那种人生中第一次体验到的独在异乡的漂泊情愫……走出复旦，走进世界，我不仅亲眼见识到了世界一流大学的高度，学习到了宝贵的知识，更收获了一份气度，一种眼界。于我，新加坡再也不是世界地图上那个小到无法辨认的一点，而是牵牵着我无数美好回忆的鲜活热土。新加坡，有缘再会！