

## 毕业随笔

陈静

经过五年零八个月的努力，我终于拿到了博士学位。一般来说，麦吉尔计算机系的博士生应该在四至五年内毕业。当然，身边有的同学不到四年就顺利毕业了，也有的同学被拖到六至七年才毕业。回顾我整个博士求学生涯，既有收获也有遗憾。

总结一下，收获的地方主要有三点：收获一，函数硬件加速器的算法研究取得了继硕士之后进一步的重大突破，并且该成果可立即被广泛地应用于各类高性能计算领域；收获二，函数硬件加速器的工作被发表在计算机体系结构和 FPGA 领域的国际会议中；收获三，国际会议的演讲经历提升了我的表达和交流的能力，也极大地开拓了我的眼界；那么，遗憾的地方也有三点：遗憾一，我的科研成果并没有被发表在计算机体系结构领域的国际顶级会议和期刊中。在某种程度上，这也不能完全说明问题，因为有很多重要的科研成果都没能在国际顶级会议或期刊上发表；遗憾二，我几乎没有获得导师的科研经费资助，原因是：首先，我本科毕业于首都师范大学，她在中国是一所很普通的一本院校。我的导师刘学教授本科毕业于清华大学，实验室里的同学们大都来自于 C9 联盟的院校。众所周知，麦吉尔大学是加拿大的顶尖学府，她孕育了许多享誉世界的科学家。当我来到这里学习时，导师心中不免有些顾虑，担心我是否能够顺利地完成繁重的学业。事后证明，确实有同学因为学习成绩不达标，在入学一年之后遗憾离开了。然后，我的研究方向偏重于硬件基础开发，比如，数学函数硬件加速，FPGA 开发，处理器设计等等。这类研究的缺点是，设计和开发的周期较长，因此科研投入的风险较高。但是，硬件基础计算领域一旦突破会给计算机的总体性能带来重大提升。最后，我与导师的研究方向有很大的不同，因此导师认为要把科研经费投资在他认为风险最小且最有前途的学生和项目上。换位思考，如果我处于导师的位置，可能也会这么操作。幸运的是，虽然没有获得导师金钱上的资助，我却得到了科研上充分的自由。这份难得的自由使我能够不受外界干扰，专心致志地从事感兴趣的研究项目。遗憾三，我其实有机会把读博时间再

缩短一年。截止到 2018 年九月，我已经发表了两篇 full paper 和一篇 poster。如果从那时起就开始准备毕业，很有可能在 2018 年底或者 2019 年初就可以举行答辩毕业，这样算起来可以节省一年时间。但是，没有这样操作的原因是，导师认为倒数和平方根函数硬件加速器的工作量不够。因此，我又花了将近半年时间实现了一个 32 位 RISC-V 处理器。在这之后，导师对我的工作量还是不太满意，幸好最后通过协商才勉强同意我开始撰写毕业论文，否则我恐怕还要多花一年时间。从 2019 年初，我用了大概两个月完成了博士论文的初稿，之后的三个月是等待导师的批准，最后我把论文提交给学校评审组。论文的一审没有通过主要有三个原因：原因一，我博士期间函数硬件加速器的项目和硕士论文有一定联系，因此需要说明该项目在博士期间有哪些扩展和创新。原因二，需要说明我本人，导师，合作者，三个人在我博士项目中分别的技术贡献（详细内容参见我的博士论文的 1.1 章节“Clarification of Research Contribution”）。原因三，论文中文献引用数量偏少，需要广泛地阅读和比较近十年国际上相关文献。一审论文未通过之后，我又对论文进行修改并且增加新的内容，不巧的是期间遇到西方圣诞节休假和新冠疫情的影响，最终我于四月二十四日通过答辩，六月九日顺利毕业了。

如果有机会再读一次博士，有一些教训是需要吸取的，也有一些态度是需要坚持的。需要吸取的教训是：选择博士导师时，要详细地调研导师和实验室的科研情况，这样做有助于解答两个疑问：(1)导师的研究方向自己是否感兴趣；(2)导师是否有足够的经费支持学生的科研。我在申请博士时，太看重学校名声，忽略了这一点，从而走了一些弯路。我导师比较看重的科研方向有：实时系统的任务调度，智能电网算法优化，网络安全，大数据应用。他从事的科研偏向应用，根据不同应用场景的需求调整和裁剪已知的模型，研究成果已发论文为主。初到实验室时，导师让我参与一个他十分欣赏的研究，该研究发现了 Facebook 中 like 按钮的漏洞。恶意用户可以利用该漏洞制造虚假 like 信息，达到欺骗正常用户从而牟利的目的。我认为博士生应该从事更具开创性的工作，而我擅长的领域导师又不了解，很遗憾我和导师在科研理念上的分歧一直伴随着我的整个博士过程。那么，必须坚持的态度是：要敢于坚持自己的科研理念，不要为外界的质疑声所动摇。我所从事的体系结构和

硬件基础计算元件的研究，开发时间较长且风险较高，导师不太了解，因而时常能听到一些质疑声。比如，聪明人是不会从事体系结构研究的，因为它不是前沿科学，也没用到数学。函数硬件加速器性能虽好，但是机器学习领域用不上。硬件属于偏门领域，所以没有前途，等等一系列说法。记得有一次，一位同学主动提出要为我做一个有关他研究的演讲，因为导师建议他，如果陈静同学都能够理解他的演讲，那么所有人都能听懂了。幸运的是，我没有被这些质疑声所左右，相反，我顶住了重重压力，出色地完成了我的科研项目，并且克服各种困难毕业了。作为一名普通大学的毕业生，在一个导师来自清华并且认为科研水平是世界前十的组里，还敢坚持自己的理念是一件极需要勇气的事情。这样坚定的做事态度，我将在今后的工作生活中继续发扬光大。

在准备毕业的间歇，我也关注了一些国内外的 IT 科技动态，比如，光刻机的禁运，EDA 和 Matlab 工具的禁用等等。中国的 IT 行业看起来是很繁荣的，为什么会屡次发生这种“卡脖子”的现象呢？我觉得中国 IT 工业的现状是做应用的多于搞基础研究的，从计算机原创技术很少有中国人的名字就可以看出。中国大陆在 2018 年进口集成电路芯片的总价是三千多亿美元[1]，比石油的进口总价还高，是全世界芯片进口份额最高的国家。除此之外，中国的许多 IT 产品都高度依赖于国外开源软件和技术。那么，当国外一旦控制基本设备元件和软件的出口，将会对中国整个信息工业产生巨大的影响。现如今，中国已经是世界第二大经济体，实现信息科技的强国梦不能主要依靠从外国买技术或者一味模仿，更应该强调科技创新对世界的输出。从这个角度来看，如果某人认为自己是计算机某个领域的牛人，就应该迎着难题而上，从事有开创性的研究。而不是满足于跟随别人，或者在他人建立的总体框架上只做一些点缀的工作。要达到这一点，做开创性的基础研究是必须的。

我无意贬低应用领域的从业者，应用领域的工作也需要有人去做，但是我认为世界顶尖大学的博士生更应该偏向开创性的基础研究。同时，我也无意贬低追逐科研潮流的学者，热门领域往往没有经过深耕，所以比较容易出成果或者发文章。然而，有的人不断换题目，追求热门领域的实际原因是：用从事新的领域去掩盖旧的领域

搞不好的尴尬。比如，如果处理器搞不出来，那么 FPGA 也很难搞出来。因为技术是分层次的，旧的难点没解决，新的难点也很难被攻克。许多人认为人工智能和神经网络是新兴领域，其实不然，它的基础理论在上世纪 90 年代初就已经非常完善了，但是当时由于算力不够等原因并没有广泛地应用。在人工智能领域的低潮期，从业者有时会被误认为是骗子，或者很难在业界找到工作。这个领域在 2012 年左右重新开始焕发青春的主要原因是，AI 从业者在低潮期时的忍辱负重和对科研的不懈坚持努力，以及硬件的革新所带来的算力的巨大改进。

[1]. 突破 2.1 万亿！2018 年中国集成电路进口再创新高，摩尔芯闻，

<http://news.moore.ren/industry/87867.htm>