听《Erasure Codes for Distributed Storage Systems》有感

2019年5月23日，学校邀请了侯韩旭教授关于分布式存储系统的擦除码相关技术开展讲座。侯韩旭博士于2010年获西安电子科技大学信息安全学士学位,2015年和2016年分别获香港中文大学信息工程系博士学位和北京大学电子科学与技术博士学位,现任东莞理工学院高层次骨千人才,主要硏究方向包括分布式存储编码,信道编码,网络编码,云计算和区块链等。近五年发表信息论与编码方向国际顶级期刊论文(包括EE TIT, IEEE TCOM, IEEE JSAC, IEEE CL)和会议论文40余篇,著有专著一部。授权和申请美国发明专利,中国发明专利20余项,其中美国授权专利3项,中国授权专利6项提出的部分编码技术已经被应用于某大型通信公司大数据项目并获得广泛应用,已转让给大数据公司两项中国发明专利。主持国家自然科学基金项目1项,技术骨干参与973科技部重点项目1项和国家自然科学基金项目2项。获得2017年中国电子学会信息论全国学术年会最佳论文奖和2018年深圳市科技进步二等奖。长期担任国际顶级期刊|EETT, EEE TCOM, EEE CL和国际信息论年会IEEE ISIT的评审人。

讲座中提到，擦除编码广泛用于数据中心的海量存储，以实现高容错性和低存储冗余。由于跨机架通信成本通常较高，因此设计擦除代码至关重要，以便在故障修复期间最小化跨机架修复带宽。在本次演讲中，侯韩旭教授分析了专门针对数据中心的存储冗余和跨机架修复带宽之间的最佳权衡，条件是原始数据可以从足够数量的任何非故障节点重建。侯韩旭教授描述了功能修复下的最佳权衡曲线，并提出了一种称为机架感知再生码（RRC）的一般纠删码系列，它实现了最佳权衡。侯韩旭教授进一步提出了RRC的精确修复结构，它们分别具有最小的存储冗余和最小的跨机架修复带宽。侯韩旭教授表明（1）最小的存储冗余结构支持多种参数，并且在大多数情况下具有严格小于传统最小存储再生代码的跨机架修复带宽，并且（2）最小的跨机架修复带宽结构对于几乎所有参数，支持所有参数并且具有比最小带宽再生代码更少的跨机架修复带宽。

通过这次讲座，我了解了纠删码这一种前向错误纠正技术，它主要应用在网络传输中避免包的丢失， 存储系统利用它来提高存储可靠性。相比多副本复制而言，纠删码能够以更小的数据冗余度获得更高数据可靠性，但编码方式较复杂，需要大量计算 。纠删码只能容忍数据丢失，无法容忍数据篡改，纠删码正是得名与此。目前，纠删码技术在分布式存储系统中的应用主要有三类，阵列纠删码（Array Code: RAID5、RAID6等）、RS(Reed-Solomon)里德-所罗门类纠删码和LDPC(LowDensity Parity Check Code)低密度奇偶校验纠删码。其本质是一种通过计算资源换取存储资源的技术。