

.COM



一本书读懂 边缘计算

Edge Computing

史皓天
编著

通俗解读边缘计算的概念及关键技术

详细介绍边缘计算的“朋友圈”

全面介绍边缘计算的应用领域

汇聚众多大咖畅聊无限可能的边缘计算

.COM

一本书读懂 边缘计算 Edge Computing

史皓天
编著



本书围绕以下几个问题进行阐述：边缘计算是什么，边缘计算有什么应用，哪些公司在做边缘计算，做得怎么样。全书不仅介绍了边缘计算的概念、产生背景、应用场景，边缘计算的关键技术，边缘计算的“朋友圈”和边缘计算“玩家”，而且分享了多位业内专家对边缘计算的看法。

本书对边缘计算相关知识概念进行通俗解读，以满足大众对边缘计算的认知需求。本书适合各类对边缘计算、物联网、5G 通信技术感兴趣的读者阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

一本书读懂边缘计算 / 史皓天编著. —北京：机械工业出版社，2020.3

ISBN 978-7-111-64768-3

I. ①一… II. ①史… III. ①无线电通信—移动通信—计算

IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 026540 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：王 斌 责任编辑：王 斌

责任校对：张艳霞 责任印制：孙 炜

保定市 中画美凯印刷有限公司印刷

2020 年 3 月第 1 版 · 第 1 次印刷

169mm×239mm·13.5 印张·173 千字

0001—2500 册

标准书号：ISBN 978-7-111-64768-3

定价：69.00 元

电话服务

网络服务

客服电话：010-88361066

机 工 官 网：www.cmpbook.com

010-88379833

机 工 官 博：weibo.com/cmp1952

010-68326294

金 书 网：www.golden-book.com

封底无防伪标均为盗版

机工教育服务网：www.cmpedu.com

作 / 者 / 简 / 介



史皓天，边缘计算社区发起人，厦大嘉庚学子，福建互联网域名服务协会专家，边缘计算领域布道师，边缘计算社区发起人，拥有多年通信行业工作经验，曾在运营商和知名设备商工作，目前从事云边协同、分布式计算分析和研究。对边缘计算、5G、物联网的发展方向有着自己的理解。致力于边缘计算领域知识传播，在各大平台边缘计算领域累计发布文章超过1000篇。

边 / 缘 / 计 / 算 / 社 / 区 / 简 / 介

边缘计算社区成立于2018年3月，连接20000余名边缘计算爱好者。立足边缘计算领域，促进边缘计算领域知识传播。社区通过社区线上活动——边缘计算群直播，邀请边缘计算专家分享新知；通过社区线下活动——边缘计算Meetup沙龙，促进社区成员与边缘计算领域专家的交流分享。社区旨在万物互联背景下，为边缘计算爱好者提供干货分享及技术交流，推动边缘计算领域知识传播，为边缘计算相关企业提供方法指导及实践方案，推动厂商间边缘计算研究合作，共同打造边缘计算的新生态。



边缘计算社区
公众号

欲获取更多资源及图书信息请关注



机械工业出版社
微信服务号



IT有得聊

如有IT领域图书出版意向可与本书编辑联系

微信号：redmatrix2000

QQ:2399929378

序

“天时不如地利，地利不如人和。”

——《孟子·公孙丑下》

孟子所表述的意思是，如果想做好一件事，需要具备“天时、地利、人和”的三个条件，而边缘计算的发展也正是如此。

2015 年是提出边缘计算的“天时”之年。2004 年底 IBM 把 PC 业务卖给联想时，基本上可以认为是云计算时代开始的一个标志性事件。经过近 10 年的发展，云计算已经从一开始大家持怀疑态度的概念，发展到完全融入甚至改变了我们日常生活方方面面的一种实用技术。比较典型的例子就是云存储服务，比如 Dropbox 和 Box。在云计算企业的加持下，人们的便携式终端设备逐渐由普通设备转变成一种处理云服务业务的高速缓存。那么成功的云计算公司管理者自然会问，如何让自己的云服务业务用户体验更好？下一个新的经济增长点是什么？这时，边缘计算的提出非常自然地回答了他们的问题，所以从 2015 年起，很多云计算公司开始对边缘计算进行关注与投入。

下面我们看看“地利”。物联网的迅猛发展，让我们开始对万物互联充满憧憬。随着万物互联时代的到来，网络边缘设备产生的数据量快速增加，带来了更高的数据传输带宽需求，同时，新型应用也对数据处理的实时性提出了更高要求，传统云计算模型已经无法有效应对，因此，边缘作为提供这种计算和数据保护的最佳场所应运而生。边缘计算的基本理念是将计算任务在接近数据源的计算资源上运行，是个连续统，可以有效减少数据传输带宽，减小计算系统的延迟，缓解云计算中心的压力，提高可用性，并能够有效保护数据安全和隐私。

最后我们来看看“人和”。除了传统的 IT 行业，边缘计算的兴起也给其他很多产业都带来了巨大的商机。在电信行业，可以在基站和边缘服务器上提供增值服务，带来更大的利润。制造业更是把边缘计算当作是产业升级的法宝，目前有 400 多家企业加入的边缘计算联盟就是一个很好的例证。在汽车行业，以丰田公司为代表，最近也成立了汽车边缘计算联盟，这是因为它们已经看到边缘计算是下一代智能驾驶的核心技术。此外还有医疗、公共安全、电力、娱乐、教育等领域也都看到了边缘计算带来的优势。这些行业之间更多的是相互协同的合作关系。

具备了天时地利人和的条件，边缘计算未来可期，当前产业界和学术界在边缘计算领域取得的初步成果也证实了这一点。当然，边缘计算的普及还有不少挑战，包括信息技术、商业模式，以及人才培养等，需要更多的人加入来推动。边缘计算社区组织编写本书就非常有助于广大读者朋友增进对边缘计算的理解和认知，是一个有益的尝试。希望能够有更多的人和社区加入边缘计算大家庭，和我们一起推动边缘计算的发展！

施巍松

2019 年 10 月 24 日

前 言

我是在读大学的时候开始接触通信工程领域，那时 4G 刚刚推出，大众对于移动通信的认识要比现在模糊得多。在 2016 年 2 月，我从学术论坛上看到了 5G 边缘计算的文章。4G 改变生活，5G 改变社会，5G 边缘计算是什么？它会创造什么价值？我非常感兴趣，于是开始关注边缘计算。

我上网搜索边缘计算的学习资料，发现寥寥无几，于是自己开始啃书本、看国外视频学习边缘计算，把自己学习边缘计算的心得分享到网络上。分享学习心得是为了日后再复习，但无心插柳柳成荫，分享的几篇文章被 CSDN 推荐到了首页，有一篇还置顶了，无意间火了，这才发现，对边缘计算感兴趣的朋友相当多。为了更好地交流分享边缘计算的学习心得，我创建了边缘计算社区。边缘计算社区定位是促进边缘计算领域知识传播，分享传播边缘计算相关资讯、前沿观点，客观、中立的社区。

通过做边缘计算社区，我接触到了各行各业的朋友，接触到的边缘计算领域的从业者、感兴趣的人大抵可分三大类，一类是学术界，第二类是产业界，第三类是研究界，产学研三方对边缘计算看法不一样，态度也不一样。看问题的角度不同，对问题的认识也不同。经历了 3 年的频繁交流学习讨论后，我也有了自己的观点。边缘计算不会颠覆云计算。

为何写本书

写本书的初衷是不少读者反映边缘计算社区文章太多了，想系统地了解一下边缘计算，市面上的边缘计算书籍都需要有一定的理论基础。于是，将自己接触通信工程这些年的经验融入边缘计算理论知识中，让

抽象、枯燥的边缘计算理论学习变得更加的生动有趣。本书侧重入门科普，不仅系统介绍了边缘计算涉及的知识点，同时也会教读者理清边缘计算与 5G、物联网、云计算、雾计算等的区别与联系。希望通过浅显易懂的语言，让更多对边缘计算感兴趣的人系统地了解边缘计算。也希望读者通过对本书的阅读，对边缘计算有个基本认识，以后深入学习边缘计算会更加从容。

如何阅读本书

从内容上来说，本书共分为“什么是边缘计算”“边缘计算关键技术”“边缘计算的朋友圈”“边缘计算的应用场景”“边缘计算的玩家们”“边缘计算大家谈”6个主要的章节。

第1章“什么是边缘计算”，详细介绍了边缘计算的概念，从 CDN、微云、雾计算说起，介绍边缘计算的前世今生，并简要介绍边缘计算的核心技术。

第2章“边缘计算关键技术”，介绍边缘计算四大关键技术：计算卸载、计算迁移、边缘缓存、安全保护；边缘计算因为有了这几项关键技术的加持才得以应用和发展。

第3章“边缘计算的朋友圈”，探讨 5G、物联网、大数据、云计算、雾计算和边缘计算的区别与联系。

第4章“边缘计算的应用场景”，顾名思义，讲的是比较接地气的东西了。在这一章中，我们会分享边缘计算的落地应用场景，边缘计算在多个行业（视频、智能交通、智慧城市、智能制造、智能家居）的各种应用场景中为之赋能。

第5章“边缘计算的玩家们”，介绍的是推动边缘计算技术发展的行业巨头。介绍三大运营商、三大云厂商、三大 ICT 设备商在边缘计算领域的发展策略及产品，让大家对国内边缘计算“玩家”们有个初步了解。

最后的第6章“边缘计算大家谈”，则是分享 IT 领域不同行业的专家对边缘计算的看法与见解。

本书的一个特色是既有高大上的技术分析和介绍，也有接地气的应用场景讲解。对于一个对边缘计算感兴趣的互联网科技从业者或者高校师生来说，本书或许可以提供一个全新的视角帮助你更好地理解“边缘计算”。对于一部分想进军边缘计算的创业者来说，本书可以给你提供一些思考与启发。

本书适用读者

本书适合对边缘计算感兴趣的科技行业从业人员、云计算行业从业人员，也适合对物联网、移动通信感兴趣的读者，同时高校师生、IT行业科研人员也可以把本书当作参考读物。

配套资源

本书读者均可进入边缘计算社区 VIP 群交流，和国内的业界专家直接沟通。

读者反馈

由于笔者水平有限，书中难免会出现一些错误或者不准确的地方，恳请读者批评指正，如果遇到任何问题或者技术交流都可以通过如下联系方式与笔者进行沟通。

- 微信公众号：“边缘计算社区”后台留言反馈。
- 电子邮件：bd@byjs.com.cn。

致谢

感谢施巍松教授及其团队为这本书提供的大力支持，施巍松为中国边缘计算发展做出巨大贡献，为人低调且谦虚，高尚品格值得晚生后辈学习；感谢刘洪伦老师、宁宇老师、何宝宏老师、小枣君（周圣君）、刘云新老师、刘玉书老师的参与，本书能最终成稿离不开这些老师的支持。

感谢机械工业出版社的王斌（IT 大公鸡）老师，他对本书的策划和编辑提出了很多宝贵的建议，并且一直推动本书的撰写进度，很有耐心地一路支持着我；同时感谢出版社的其他工作人员，他们的辛勤付出才让本书得以顺利出版。

感谢爷爷奶奶、爸爸妈妈的养育，从小到大他们都鼓励我独立思考，做自己想做的事情，为我提供足够的空间去追寻自己的梦想。每当我做出选择之后，他们都会全力支持，他们是最坚强的后盾。他们给予我的爱、理解、关心、包容和支持是我前进的动力。

感谢我的朋友们：特大号的小黑羊、纯洁的微笑张强、Python 爱好者社区梁勇、上上签的刘文扬、中兴通讯的姜涛（Jack）、云技术的北极熊和肖力、广东电信研究院的陆小宇、虎牙直播的毛茂德和刘亚丹、云讯智能的张立岗、赛特斯的谢为友、阿里云的黄玉奇和蒋君伟还有王子凌、华为的王泽锋和黄旻露、百度的陈刚、腾讯的赵乾、CSDN 的刘丹、宇视科技的王少凡、昆明的王丽容、西乡的杨靖涵和郑朱龙、世全集团的范建雄、嘉庚的朱盈蓓等。在本书的撰写过程中，他们给予了我很大的鼓励和支持。感谢他们让我的生活如此精彩有趣。

史皓天（边缘计算社区创始人）

2019 年 12 月于西安大雁塔

目 录

序

前言

第 1 章 什么是边缘计算 / 1

1.1 边缘计算简析 / 2

1.1.1 边缘计算的概念 / 2

1.1.2 边缘计算的应用场景 / 6

1.2 边缘计算的前世今生 / 8

1.2.1 CDN——从缓存到内容分发 / 10

1.2.2 微云——盒子里的数据中心 / 13

1.2.3 雾计算——雾是接近地面的云 / 15

1.2.4 MEC——从“移动”到“多接入” / 17

1.2.5 边缘计算大事记 / 19

1.3 边缘计算核心技术概述 / 21

1.3.1 网络技术 / 21

1.3.2 隔离技术 / 23

1.3.3 边缘操作系统 / 24

1.3.4 算法执行框架 / 25

1.3.5 安全和隐私保护技术 / 26

1.4 本章小结 / 27

第 2 章 边缘计算的关键技术 / 28

2.1 计算卸载 / 29

2.1.1 什么是计算卸载 / 29

2.1.2	计算卸载步骤 / 30
2.1.3	卸载决策 / 32
2.2	计算迁移 / 33
2.2.1	计算迁移的背景 / 34
2.2.2	引发计算迁移的原因 / 35
2.2.3	计算迁移的分类和步骤 / 36
2.3	边缘缓存 / 39
2.3.1	边缘缓存概述 / 39
2.3.2	边缘缓存的基本特点 / 40
2.3.3	边缘缓存的技术分类 / 42
2.3.4	边缘缓存的特性 / 43
2.3.5	边缘缓存研究现状和展望 / 44
2.4	安全保护 / 45
2.4.1	边缘计算面临的安全风险 / 45
2.4.2	边缘计算安全技术 / 47
2.5	本章小结 / 49
第 3 章	边缘计算的“朋友圈” / 50
3.1	边缘计算 VS 5G / 51
3.1.1	5G 来了 / 51
3.1.2	5G 核心技术——边缘计算 / 54
3.2	边缘计算 VS 物联网 / 57
3.2.1	物联网，联万物 / 57
3.2.2	边缘计算赋能物联网 / 62
3.3	边缘计算 VS 大数据 / 67
3.3.1	浅谈大数据 / 68
3.3.2	大数据应用 / 73
3.3.3	边缘计算和大数据 / 76
3.4	边缘计算 VS 云计算 / 79

3.4.1	云计算 / 80
3.4.2	边缘计算拓展云的边界 / 84
3.5	边缘计算 VS 雾计算 / 86
3.5.1	闲谈雾计算 / 86
3.5.2	雾计算和边缘计算 / 91
3.6	本章小结 / 92
第 4 章	边缘计算的应用场景 / 93
4.1	视频业务 / 94
4.1.1	超高清视频 / 94
4.1.2	视频监控 / 95
4.2	智能交通 / 101
4.2.1	边缘计算助力智能交通 / 101
4.2.2	边缘计算在智能交通领域的实践 / 103
4.2.3	边缘计算在智能交通领域面临的挑战 / 105
4.3	智能制造 / 106
4.3.1	什么是智能制造 / 106
4.3.2	边缘计算是智能制造的核心 / 106
4.3.3	边缘计算在智能制造领域的优势 / 109
4.4	智慧城市 / 111
4.4.1	什么是智慧城市 / 111
4.4.2	边缘计算在智慧城市建设中的价值 / 114
4.5	智能家居 / 117
4.5.1	什么是智能家居 / 117
4.5.2	智能家居的发展趋势 / 119
4.5.3	边缘计算在智能家居中的应用 / 121
4.6	本章小结 / 123
第 5 章	边缘计算的“玩家”们 / 124
5.1	运营商——最为积极的“玩家” / 125

5.1.1	中国移动——国内 5G 边缘计算领军者 / 125
5.1.2	中国联通——边缘云的王者 / 132
5.1.3	中国电信——打造边缘计算开放平台 / 137
5.2	云计算厂商——最为活跃的“玩家” / 142
5.2.1	阿里云——后来者居上 / 142
5.2.2	百度云——第一个吃螃蟹的边缘计算厂商 / 148
5.2.3	腾讯云——初试边缘计算 / 153
5.3	ICT 硬件厂商——最有潜力的“玩家” / 156
5.3.1	华为——边缘计算集大成者 / 156
5.3.2	中兴通讯——厚积薄发的追随者 / 162
5.3.3	新华三集团——边缘即云 / 167
5.4	本章小结 / 171
第 6 章	边缘计算大家谈 / 172
6.1	冷思考——边缘计算是个筐 / 173
6.2	边缘计算对数字化转型的影响 / 176
6.3	边缘计算的发展前景与应用 / 180
6.4	漫谈边缘计算 / 187
6.5	智能边缘计算——计算模式的再次轮回 / 190
6.6	边缘计算融合区块链——物联网的下一个风口 / 195
6.7	本章小结 / 200
	参考文献 / 201

第 1 章

什么是边缘计算

刷爆朋友圈的边缘计算是什么？边缘计算是从什么时候提出来的？CDN、雾计算与边缘计算有什么关系？边缘计算涉及哪些技术？带着你的好奇心读完本章，什么是边缘计算就都明白了。

1.1 边缘计算简析

随着物联网、大数据、人工智能、5G 等信息技术的快速发展，云计算已经无法满足机器人、智能家居、无人驾驶、VR/AR、智能安防、远程医疗、可穿戴设备、智能制造等场景对低延迟的高要求。根据国际调研机构 Gartner 公司的报告，到 2022 年，超过一半的企业数据将在传统数据中心和云平台之外的边缘产生和处理。边缘计算可以帮助企业近乎实时地分析信息，并围绕物联网（IoT）设备和数据创造新的价值。

1.1.1 边缘计算的概念

关于边缘计算的概念，目前还没有一个严格统一的定义，处于百花齐放、百家争鸣的状态。

2016 年 5 月，美国韦恩州立大学施巍松教授团队给出了边缘计算的一个正式定义：边缘计算（Edge Computing），是指在网络边缘执行计算的一种新型计算模型，边缘计算操作的对象包括来自于云服务的下行数据和来自于万物互联服务的上行数据，而边缘计算的边缘是指从数据源到云计算中心路径之间的任意计算和网络资源，是一个连续统。并发表了“Edge Computing: Vision and Challenges”一文，第一次指出了边缘计算所面临的挑战，该文在三年内被他引 1360 多次。同年 10 月，ACM 和 IEEE 开始联合举办边缘计算会议（ACM/IEEE Symposium on Edge Computing, SEC），这是全球首个以边缘计算为主题的科研学术会议，目前已经是边缘计算领域最为权威的顶级会议。

再来了解一下维基百科上给出的边缘计算的概念。

边缘计算是一种分散式运算的架构，将应用程序、数据资料与服务的运算，由网络中心节点移往网络逻辑上的边缘节点来处理。边缘计算