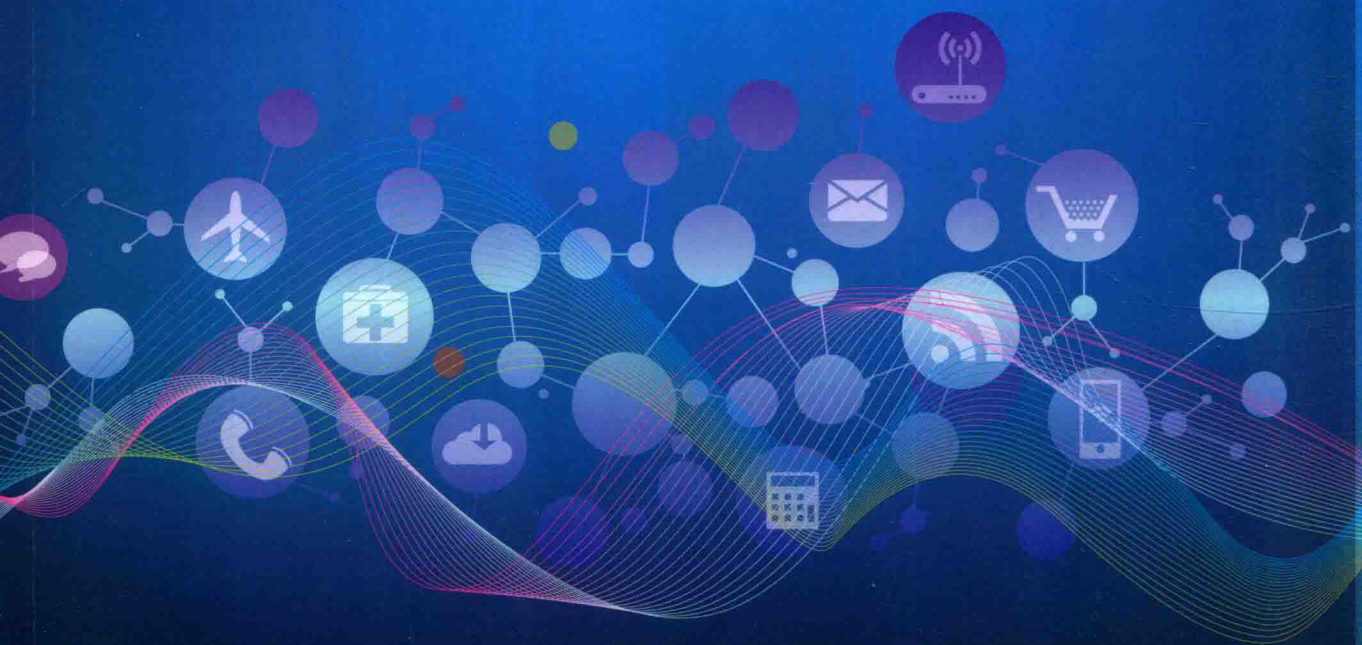




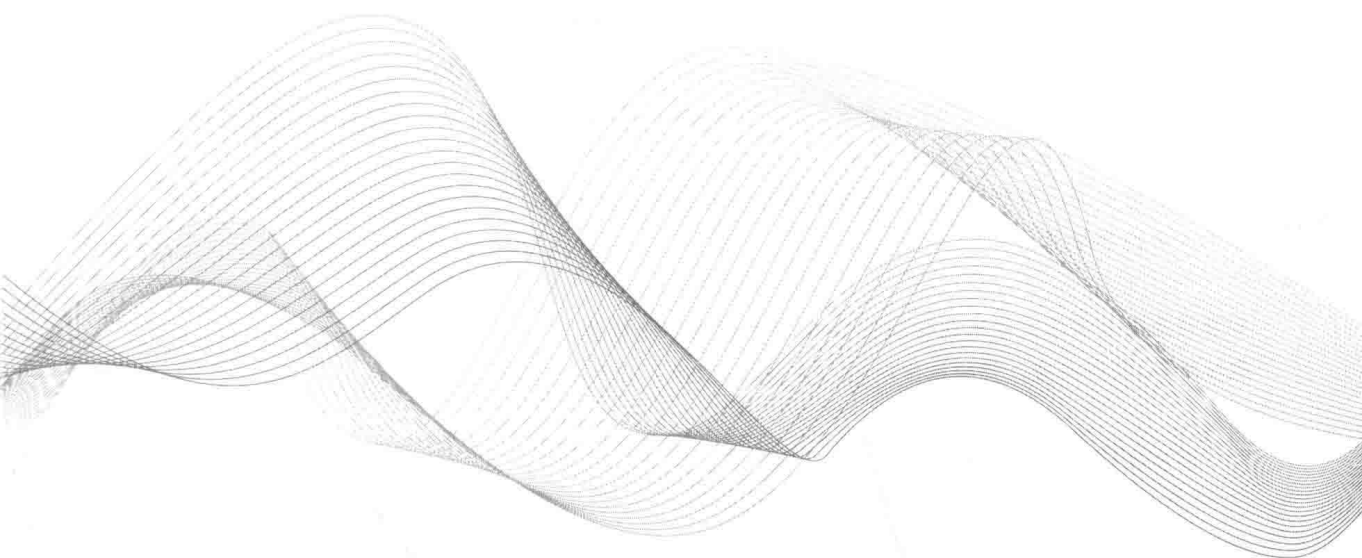
周 奇 / 编著

无线网络接入技术及方案 的分析与研究

非外借

清华大学出版社





周 奇 / 编著

无线网络接入技术及方案 的分析与研究

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书主要介绍了无线网络接入技术和新一代网络技术及方案的分析与研究。全书共8章,内容包括概述、无线网络接入认证、无线网络技术、IEEE 820.11 分布式接入机制、接入机制优化研究、无线新技术与 New Service、泛连接和移动应用与软件定义。

本书可作为高等学校通信专业或计算机类专业的本科生和研究生的参考书,也可作为相关专业的工程技术人员参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

无线网络接入技术及方案的分析与研究/周奇编著. —北京:清华大学出版社,2018

ISBN 978-7-302-48045-7

I. ①无… II. ①周… III. ①无线接入技术 IV. ①TN926

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 201142 号

责任编辑:焦虹 梅荣芳

封面设计:常雪影

责任校对:焦丽丽

责任印制:丛怀宇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:11.75

版 次:2018 年 12 月第 1 版

定 价:39.80 元



字 数:240千字
印 次:2018 年 12 月第 1 次印刷

产品编号:074704-01



1. 关于本书

随着无线应用的迅猛发展,让用户能体验好的无线使用环境是电信服务提供商的一个主要出发点。无线接入技术和无线网络接入环境也在发生日新月异的变化。IEEE 802.11 协议族在局域网得到广泛应用的同时,新一代网络“顺世”而生,对新技术、新方案、新环境的要求更为严格,更为系统。

虽然当前市场上介绍 WLAN 配置以及应用知识方面的书籍很多,给用户初步了解 IEEE 802.11 协议族以及 WLAN 运用带来了方便,但是介绍无线网络接入技术以及下一代网络方案研究方面的书籍并不多见。本书结合作者的研究编写而成,希望能给无线网络接入技术研究提供参考,为下一代网络研究的学习者提供帮助,并希望能借此和同行深入讨论研究。

2. 本书内容组织

全书共分 8 章,分别介绍大互联相关知识、无线网络接入认证、无线网络接入技术、IEEE 802.11 分布式接入机制、接入机制优化研究、无线新技术与新服务、泛连接和移动应用与软件定义等,读者可以根据自己的需要有选择地阅读。

第 1 章介绍在“大互联”背景下无线网络技术的特点和需求。

第 2 章主要介绍当前无线网络接入认证的种类、方式及优缺点。

第 3 章介绍无线网络接入相关技术及标准。

第 4 章介绍优化的分布式接入机制研究以及固定竞争窗口优化接入机制和自适应优化的分布式接入机制研究。

第 5 章介绍基于最优竞争窗口的分布式接入机制,并给出对应的性能分析。

第 6 章介绍无线新技术与新服务的相关内容、标准和方案。

第 7 章介绍无线网络接入技术在“泛在物联网”中的相关技术标准及方案。



第8章介绍无线网络接入技术在移动应用与软件定义中的运用与要求。

3. 本书特点

本书选取部分国内外期刊的研究成果,除了对传统协议进行分析研究及优化外,同时也系统分析讲述下一代网络相关的接入技术、标准、要求和方案。本书最大的特点是在调研和论证中走访了大量的研发企业,如 H3C、蓝盾科技股份有限公司、轩辕网络、深信服等,具有较大的工程应用价值。

4. 本书适合对象

本书适合具有一定 WLAN 和 IEEE 802.11 协议族相关基础知识的研究人员和工程开发人员使用,还可以作为高等学校通信专业或者计算机专业的本科生和研究生的参考用书。

全书由周奇编写,同时得到 H3C、蓝盾科技股份有限公司、轩辕网络和深信服等企业的大力支持,在编写过程中,给出了科学的、可行的、有工程运用价值的意见及建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者知识水平有限,书中疏漏和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

周 奇



第 1 章 概述

- 1.1 大互联 /1
 - 1.1.1 大互联时代 /1
 - 1.1.2 大互联的三要素 /2
- 1.2 大数据 /3
- 1.3 工业 4.0 /6
 - 1.3.1 工业 4.0 的基本概念 /6
 - 1.3.2 工业 4.0 的目标 /6
 - 1.3.3 CPS 与传感网、嵌入式系统、物联网的区别 /9
- 1.4 中国制造 2025 /9
- 1.5 商业 WiFi /11
 - 1.5.1 商业 WiFi 进入场景时代 /11
 - 1.5.2 商业 WiFi 的未来在大数据 /12
- 1.6 安全无线的理念 /13
- 1.7 基本需求 /14
 - 1.7.1 基本需求分析 /14
 - 1.7.2 针对性需求 /15
- 1.8 无线局域网 /16
 - 1.8.1 WLAN 的历史 /17
 - 1.8.2 WLAN 的拓扑结构 /18
 - 1.8.3 WLAN 的特点 /20
 - 1.8.4 WLAN 的主要应用前景 /20
 - 1.8.5 WLAN 中 MAC 的研究 /22
 - 1.8.6 WLAN 的发展趋势 /23

- 1.9 WLAN 的两个技术标准 /24
 - 1.9.1 IEEE 802.11 标准 /24
 - 1.9.2 HiperLAN /25

第2章 无线网络接入认证

27

- 2.1 基本概念 /27
 - 2.1.1 SSID 和 BSSID /27
 - 2.1.2 AP 的种类 /27
 - 2.1.3 无线接入过程的三个阶段 /29
- 2.2 接入认证 /31
- 2.3 IEEE 802.1x 认证 /32
- 2.4 CA 证书认证 /32
- 2.5 Portal 认证 /33
 - 2.5.1 Portal 认证介绍 /33
 - 2.5.2 Portal 认证页面 /35
- 2.6 第三方认证 /36
- 2.7 MAC 地址认证 /36
- 2.8 二维码审核认证 /37
- 2.9 微信连接 WiFi /37
- 2.10 微信认证 /38
- 2.11 短信认证 /40
- 2.12 微信认证+短信认证 /40
- 2.13 临时访客认证 /40
- 2.14 用户免认证登录 /41
- 2.15 Portal 服务器 /41
- 2.16 Portal 客户端 /42

- 2.17 WAPI 认证 /43
- 2.18 WAPI 安全网卡认证 /43
- 2.19 几种认证方式的比较 /44

第3章 无线网络接入技术

47

- 3.1 无线局域网的技术相关标准 /47
 - 3.1.1 IEEE 802.11 技术 /47
 - 3.1.2 无线局域网标准体系 /47
 - 3.1.3 IEEE 802.11 a/b/g/n 协议的定义和标准 /48
- 3.2 IEEE 802.11n /51
 - 3.2.1 IEEE 802.11n 概要 /51
 - 3.2.2 IEEE 802.11n 新技术 /53
 - 3.2.3 IEEE 802.11n 射频增强技术 /61
 - 3.2.4 帧汇聚技术 /64
 - 3.2.5 后向兼容特性 /68
- 3.3 无线行业新技术 /71
 - 3.3.1 IEEE 802.11ac Wave 2 /71
 - 3.3.2 AP 三频技术 /72
 - 3.3.3 IEEE 802.11ad /72
 - 3.3.4 WiFi 充电 /72
 - 3.3.5 WiFi 识人 /73
 - 3.3.6 IEEE 802.11ax /73
- 3.4 无线局域网的安全问题 /74
 - 3.4.1 基本概念 /74
 - 3.4.2 安全机制及隐患 /74
 - 3.4.3 新技术研究 /77

- 3.5 无线安全设计 /78
 - 3.5.1 频谱防护技术 /78
 - 3.5.2 频抗干扰技术 /79
 - 3.5.3 无线入侵检测系统 /79
 - 3.5.4 防 ARP 病毒的能力 /81
 - 3.5.5 无线攻击防护系统 /81
 - 3.5.6 IPv6 环境下的安全——无线 SAVI 技术 /82

第 4 章 IEEE 802.11 分布式接入机制

84

- 4.1 IEEE 802.11 中的 MAC 协议 /84
- 4.2 DCF 机制简介 /85
 - 4.2.1 Data/ACK 方式 /85
 - 4.2.2 RTS/CTS/Data/ACK 方式 /86
 - 4.2.3 帧间隔 /87
 - 4.2.4 二进制指数退避算法 /88
- 4.3 PCF 机制简介 /90
- 4.4 EDCA 接入机制 /91
 - 4.4.1 EDCA 用户等级和接入类别 /91
 - 4.4.2 EDCA 接入过程和竞争窗口范围 /92
- 4.5 拥塞反应分析及研究现状 /93
- 4.6 DCF 接入方式饱和吞吐率分析方法 /94
 - 4.6.1 数据包传输概率 /95
 - 4.6.2 DCF 接入机制饱和吞吐率 /98
 - 4.6.3 最大饱和吞吐率 /99
- 4.7 改进的 Markov 吞吐率模型 /100
 - 4.7.1 模型时间刻度 /102

- 4.7.2 二维 Markov 链 /103
- 4.8 网络时延模型 /103
 - 4.8.1 接入时延分析 /103
 - 4.8.2 接入时延的表达式 /104
- 4.9 EDCA 接入机制分析模型 /106

第 5 章 接入机制优化研究

109

- 5.1 优化目标 /109
- 5.2 DCF 的优化算法 /110
 - 5.2.1 MACAW 机制 /110
 - 5.2.2 LMILD 算法 /112
 - 5.2.3 EIED 算法 /112
 - 5.2.4 HBAB 算法 /113
 - 5.2.5 自适应分布式接入机制 /114
- 5.3 优化机制研究 /115
 - 5.3.1 自适应 EDCF 机制 /115
 - 5.3.2 快速碰撞解决机制 /116
 - 5.3.3 自适应公平 EDCF 机制 /118

第 6 章 无线新技术与新服务

120

- 6.1 IEEE 802.11r/k /120
 - 6.1.1 IEEE 802.11r /120
 - 6.1.2 IEEE 802.11k /121
- 6.2 IEEE 802.11ac Wave 2 /122
 - 6.2.1 WiFi 技术发展和 IEEE 802.11ac Wave 2 的出现 /122
 - 6.2.2 Wave 2 的核心技术: TxBF 和 MU-MIMO /123

- 
- 6.2.3 Wave 2 芯片 /125
 - 6.3 LiFi /125
 - 6.3.1 技术背景 /125
 - 6.3.2 基本概念 /126
 - 6.4 HotSpot 2.0 /128
 - 6.4.1 技术背景 /128
 - 6.4.2 技术简介 /128
 - 6.4.3 技术实现系统架构 /129
 - 6.4.4 接入状态机 /130
 - 6.5 5G /132
 - 6.5.1 技术背景 /132
 - 6.5.2 基本概念 /132
 - 6.5.3 5G 无线接入的相关技术 /133
 - 6.5.4 5G 的发展与需求 /140
 - 6.5.5 用户看 5G /140
 - 6.5.6 5G 的应用与运营 /142
 - 6.5.7 5G 的关键能力需求 /143
 - 6.5.8 5G 的挑战 /144
 - 6.5.9 发展趋势 /146
 - 6.5.10 技术方向分析 /147
 - 6.5.11 与 WLAN 技术融合 /147
 - 6.6 构建高水平 WiFi /148
 - 6.6.1 规划与设计 /148
 - 6.6.2 仿真 /150
 - 6.7 会议场景无线高密部署分析与设计 /152
 - 6.7.1 组网及解决方案 /152

- 6.7.2 AP 布点勘测设计 /153
- 6.7.3 工程部署实施 /154
- 6.7.4 软调优化 /154
- 6.7.5 确保 WLAN 信号强度 /154
- 6.7.6 合理设计信道分布 /155
- 6.7.7 排除有线侧的隐患 /155
- 6.7.8 降低 WLAN 干扰 /156
- 6.7.9 提升无线空口信道效能 /156

第 7 章 泛连接

157

- 7.1 泛在物联网 /157
 - 7.1.1 什么是泛连接 /157
 - 7.1.2 泛在物联网的基本概念 /157
 - 7.1.3 泛在物联网现阶段的发展特点 /158
- 7.2 几种解决方案的设计 /159
 - 7.2.1 WiFi+室内定位解决方案 /159
 - 7.2.2 移动定位解决方案 /159
 - 7.2.3 医疗业务解决方案 /159
- 7.3 WLAN 与医疗物联网融合下的 RFID 技术 /161
 - 7.3.1 RFID 技术概述 /162
 - 7.3.2 医疗 RFID 应用 /162
 - 7.3.3 物联网 AP 与 RFID 业务融合 /164
 - 7.3.4 物联网 AP 方案架构 /164
 - 7.3.5 扩展性和开放性 /166
- 7.4 构建智能家居通信系统 /166
- 7.5 终结者解决方案 /170

参考文献

173

第 1 章 概 述

1.1 大互联

1.1.1 大互联时代

截至 2017 年 12 月,我国网民规模达 7.72 亿,全年共计新增网民 5734 万人。互联网普及率为 55.8%,较 2016 年底提升 2.6 个百分点。

生命的本质就是不断扩张,而互联恰恰是生命的一个侧面。过去的几年中,互联将“人-人”之间的连接发展到了极致,但我们都清楚,它绝不会停下自己的脚步,只不过它不会仅仅限于“人-人”之间,而是将触手延伸到“人-物”甚至是“物-物”互联上。于是,智能家居崛起了,智能硬件火爆了,智慧制造开始了,更大的互联到来了……

我们在此称之为“大互联时代”,是因为“大互联时代”很可能会像“大航海时代”一样,改变业界,甚至是世界的格局。在未来的几年内,“大互联”将会迎来一段无法想象的野蛮生长时期。

各种实体和虚拟体无须我们参与即可互联,而且总量高出人类总数几个数量级。以前,信息受限在“人-人”之间,一切还在可控范围内;当互联已经不再从人身上发出,机器学习已经开始懵懂成长时,“大互联”将会让一切终端变得更加智能,生活也更加方便,而对应付出的代价则是“失控”。

我们已经看到,大互联带来的 IT 应用,尤其是移动 IT 应用层出不穷。在企业里,无线考勤、办公、流程审批等给工作带来了极大便利;在商业领域,APP 和微信轻应用使得顾客黏性大幅增加,客流分析系统让 IT 人员能够对商场的发展提出可靠的建议;在学校,课堂无线点到系统让老师点名更加方便和准确,通过 LBS(Location Based Services,基于位置的服务)实现课堂的热度统计,可以反馈教师的教学水平……这些应用在这几年的快速发展中,只是展现了冰山的一角。与此同时,业务的增加和删减,也变得更加“日常”,而当我们每次改变 IT 业务的时候,都会对网络的修改感到万分头痛。

究其根源,一方面是大互联带来的终端失控,另一方面是 IT 应用带来的挑战,因此处于

二者之间的网络势必要承担更大的作用,再也无法“安心”地继续做管道。同样,对 IT 人员来说,在大互联的时代里,网络建设的思路也必须改变!

1.1.2 大互联的三要素

大互联时代有三个基本要素是网络延伸、业务跨界和交付融合,如图 1.1 所示。

1. 网络延伸

网络要将自身的基因融入移动化应用和物联网,实现技术层面大互联。

我们按照网络层次,将“大互联”拆分来看,可以分为泛连接、软件定义网络和移动化应用三个层次,如图 1.2 所示。



图 1.1 三要素

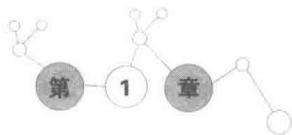


图 1.2 三个层次

(1) 泛连接。未来处于网络边缘的产品会承担更多物联网的责任。例如 2017 年推出的蓝牙之心 AP 和蜘蛛侠 AP,分别能够向下深度耦合蓝牙和射频识别等物联网设备,实现大互联在泛连接层面的融合统一。非常火爆的“iBeacon+微信摇一摇”就是很好的例子。通过摇一摇这个 O2O 入口,iBeacon 基站获得了众多客户的青睐,但成百上千的 iBeacon 基站电池耗光或被盗用都是很头痛的问题。

(2) 移动化应用。例如 BYOD(Bring Your Own Device,携带自己的设备)开发套件可以让用户和合作伙伴更轻松地将 APP 与网络进行耦合,以解决不同业务对网络的不同要求;同时在业务部署时,上层应用由于被植入了网络基因和网络的联动功能,将配合得更为紧密,例如基于用户、终端、位置等维度的权限控制。

(3) 软件定义网络。能将 IT 业务和基于泛连接的终端紧密耦合在一起,通过软件定义的手段,对业务+网络+终端进行整体切片,不仅快速有效,而且无论新增、删减或是修改业务,都不再担心会影响其他业务。



2. 业务跨界

大互联时代,IT 业务不再是支撑业务,而是生产业务。很多人都在研究 WiFi 探针,这是一个很有代表性的例子。WiFi 本来是作为网络接入使用的,也就是传统意义上的数据管道;但现在更多的人希望 WiFi 能帮他们探测用户的位置、用户的流动模型,进而对商业决策起到至关重要的作用。例如 20~30 岁的女性客户更喜欢逛哪些门店,哪些门店能带来的客流最大,而哪些则毫无建树。从当前商业领域的状况来看,IT 管理者对 WiFi 探针的热情远高于 WiFi 接入。大互联所带来的数据,可以让 IT 管理者进入到企业核心业务的决策中。即使现在数据还远远称不上是大数据,但已经足够使其在商业分析方面有所建树。

在这种趋势的引领下,未来的网络建设势必不能只做管道,而是更加关注数据的挖掘。如何将数据更多、更精准地挖掘出来,就是我们需要考虑的一个重点。例如,华三通信的丘比特定位、DPI 和 BYOD 引擎能帮助客户准确地抓取各种位置、终端和流量数据等。

3. 交付融合

APP+物联网+传统网络,如果不能融合交付,那么一切都将是无稽之谈。

1.2 大数据

大数据正在改变社会生活,改变我们的工作环境,各行各业无不受到大数据技术潮流与商业潮流的影响和冲击。移动互联、电子商务、社交网络大大拓展了互联网范畴,同时激发了数据增长的速度和幅度。据 IDC 统计,互联网数据每两年翻一番。

IBM 最早将大数据的特征归纳为 4 个 V,即量(Volume)、多样(Variety)、价值(Value)、速度(Velocity)。

(1) 数据体量巨大。大数据的量级以 P(1000 个 T)、E(100 万个 T)或 Z(10 亿个 T)为单位来度量。如果一个硬盘存储容量是 2TB,那么 P 级数据需要超过 500 个硬盘的空间,而 E 级数据则需要 50 万个这样的硬盘。到目前为止,人类所有印刷材料的数据量是 200PB,需要 10 万个这样的硬盘来存储。

(2) 数据类型繁多。互联网和通信技术迅猛发展,现在的数据类型早已不是单一的文本形式,还有网页、视频、图片、地理位置信息、物联网传感数据等。类型的多样性使数据被分为结构化数据和非结构化数据。

(3) 价值密度低,被挖掘出的商业价值高。价值密度的高低与数据总量的大小成反比,以视频为例,一部一小时的视频,在连续不间断的监控过程中,可能有用的数据仅仅只有一两秒,大数据需要通过强大的机器算法更迅速地完成任务“提纯”。这是目前大数据

背景下需要解决的难题。

(4) 在巨量数据不断涌现的环境下,需要高性能的处理能力,以便快速得到数据价值。数据的处理效率是大数据能够广泛应用的前提。正是这样的驱动力,使得大数据的新技术不断出现。

传统 IT 重在信息计算与应用支撑,数据处理以结构化信息为主,对非结构化数据缺乏有效手段。随着数据量的快速增长,数据本身的存储、归档、备份、处理越来越成为 IT 关注的重心。大数据技术从各种类型的巨量数据中,快速获得有价值的信息,主要通过数据采集、数据存储、基础架构、数据处理、统计分析、数据挖掘、模型预测和结果呈现等实现以数据为对象的技术处理。为应对各种数据类型的处理要求,数据产生形式结合计算架构,形成了批处理、流处理、交互分析等不同的计算模式。

处理大数据,就是要在数据中发现价值,需要通过不同于传统的方法和工具来分析和挖掘,发现数据间的隐含信息。以前的数据分析关注的是采样、访谈、调研、统计等信息,但大数据分析,可以针对所有数据或所有相关数据,可以接受数据的纷繁复杂,而不需对数据精确定义,同时也不需要探求数据之间的因果关系,而只是寻找相关性。例如购物电商会根据买家的历史购买记录、网页浏览、点击等多种数据,结合电商平台,向买家进行相关商品推荐,充分挖掘购买潜力。

公共安全领域对大数据技术应用有更高的要求,数据分析的速度和质量可谓人命关天,“实时分析”+“预测分析”更是警务类大数据应用的重要武器。在当前移动互联网快速发展的时代,智能手机使用非常普遍,而智能手机结合 GIS(Geographic Information System,地理信息系统)是公共安全体系的重要数据源,人们通过智能手机上网、购物、分享信息、构建社交圈,几乎所有信息都可以与 GIS 信息关联产生,这些信息与数据的集合成为警务大数据挖掘分析的主体。欧洲警方和 MIT 研究人员利用运营商网络中的智能手机信息,通过算法绘制了伦敦地区的犯罪事件预测地图,能够大大提高出警效率,降低警力部署的成本。

大数据相关技术发展很快。在开源领域,Hadoop 是大数据处理平台最广泛使用的技术之一,与 Hadoop 相关的各种开源技术据不完全统计已经超过上万种,其中使用频率高的常用技术也有 100 多种。随着 Hadoop2.0(Apache YARN)架构的成熟,各领域的优势大数据计算技术得以快速集成,能够低成本提供海量计算与数据挖掘平台。在此平台上提供搜索引擎、算法、场景建模以及数据可视等功能。在大数据领域,产业链分为数据使用者、数据服务提供者、数据拥有者、数据技术解决方案提供者。一般来说,网民、企业等属于数据使用者,主要是查询、浏览、决策支撑等行为;而数据服务提供者一般是政府信息发布部门、企业 IT 部门、互联网、运营商等;数据拥有者一般是政府部门、运营商、互联网、企业等;数据技术解决方案提供者一般是软硬件厂商、服务集成商、互联网/运营商技术部门等。

随着大数据应用的发展,大数据价值得以充分体现,数据在企业和社会层面逐步资源化,数据将成为最有价值的资产。目前大量的互联网、电商等企业已经运用大数据获得了商业上的成功。对于传统企业而言,大数据将帮助企业更好地理解 and 满足客户需求和潜在需求,更好地应用在业务运营智能监控、精细化运营、客户生命周期管理、精细化营销、经营分析和战略分析等方面,企业管理将进入智慧管理时代。仅仅在几年的时间里,大数据技术就从之前的炒作阶段逐渐发展成为新数字时代的核心技术之一。目前,国内企业的大数据应用已经开始从测试阶段走向研发和生产。

随着互联网的高速发展,基于数据密集型应用的计算框架不断出现,从支持离线处理的 MapReduce 和海量 NoSQL 数据库 HBase,到支持在线处理的 Atorm;从迭代式计算框架 Spark 到流式处理框架 S4;各种框架应用于不同场景,它们各有所长。随着用户数据类型、数据量、处理数据的要求不断变化和增长,在很多场景下(典型的搜索应用环境),这几种框架可能同时被采用。考虑到资源利用率、运维成本、数据共享等因素,用户一般希望这些框架能够统一集群部署,共享集群的资源,并对资源统一使用,同时采用隔离方案对各个任务框架进行资源隔离。这在当前 Hadoop2.0/YARN 框架中已充分实现,如图 1.3 所示。

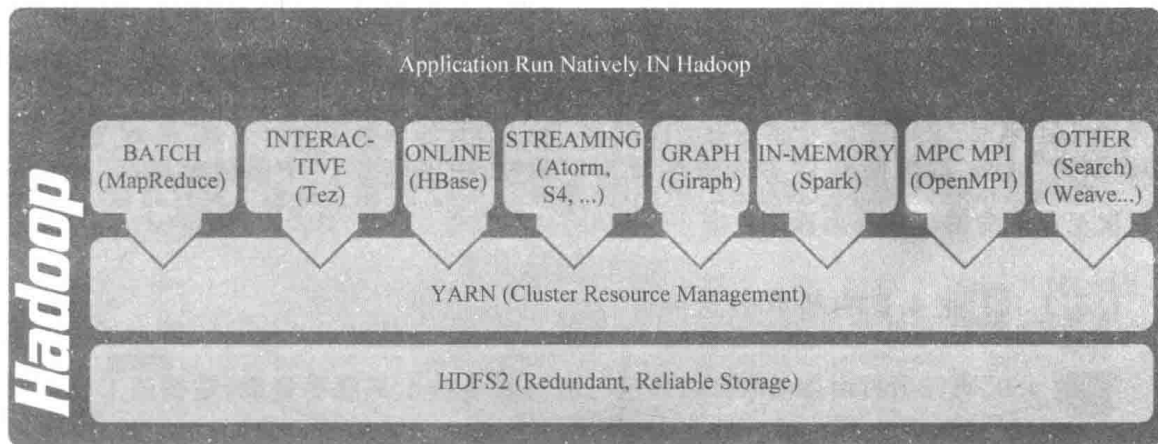


图 1.3 Hadoop 2.0/YARN 框架

各领域的优势大数据计算技术得以快速集成,Spark、Storm 等已经成为大数据平台组成的基本部件。在这种优化框架下,YARN 对于 CPU、内存、存储资源的调度管理方式在粒度上要更为精细,资源利用率提升超过 30%。

Hadoop MapReduce 擅长处理和分析大量分布式的非结构化数据,以分批的方式进行历史分析,NoSQL HBase 数据库擅长为基于 Web 的大数据应用程序提供实时多结构化数据存储和处理。对于大容量主流结构化数据的快速分析,则需要大规模并行分析数据库(MPP)的支撑。因此对于客户同时具有非结构化数据和大容量结构化数据处理的需求,需