

移动互联网导论

傅洛伊 王新兵 编著

(第3版)

- 全面、深入地介绍了**移动互联网**相关的基础理论知识
- 注重引导读者了解移动互联网中的各项新兴网络技术
- 致力于**理论与实践**相结合，设计了**7**个具有代表性的移动互联网实验
- 注重培养读者的系统开发能力，以理论知识与开发实例相结合的方式介绍了**Android**和**iOS**



清华大学出版社

移动互联网导论

(第3版)

傅洛伊 王新兵 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书全面、深入地介绍移动互联网的基础理论、新兴技术、应用开发等内容,在系统地讲解移动互联网发展历史与应用现状的同时,还介绍移动互联网未来的发展趋势。本书注重对网络领域前沿知识的涵盖和介绍,在讲解基础理论知识的同时,还引入比特币、区块链等新兴的移动互联网技术。

本书可作为高等学校计算机专业、通信工程专业、电子与信息专业以及其他相近专业本科生的教科书,也可以作为移动互联网技术人员的参考书。

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

移动互联网导论/傅洛伊,王新兵编著. —3版. —北京:清华大学出版社,2019(2019.4重印)
ISBN 978-7-302-51975-1

I. ①移… II. ①傅… ②王… III. ①移动通信—互联网络 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 296304 号

责任编辑:白立军

封面设计:杨玉兰

责任校对:时翠兰

责任印制:李红英

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:小森印刷(北京)有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:28.25

字 数:649千字

版 次:2015年12月第1版

2019年4月第3版

印 次:2019年4月第2次印刷

定 价:99.00元

产品编号:081727-01

序

preface

April 13, 2017

A note to professor Xinbing Wang as he creates an environment for young faculty in China to succeed.

John Hopcroft

A note to professor Xinbing Wang as he creates an environment for young faculty in China to succeed.

王新兵教授为中国年轻教师创造了一个通向成功的环境。
美国计算机科学家,图灵奖获得者,美国科学院院士,

美国工程院院士,

中国科学院外籍院士 John Hopcroft

2017. 4. 13

This should be read by all young SJTU students and others

Anders Lindquist
May 23, 2017

This should be read by all young SJTU students and others.

这本书值得所有上海交通大学年轻学生和其他相关人员阅读。

瑞典控制科学家,瑞典皇家科学院院士,

中国科学院外籍院士 Anders Lindquist

2017. 5. 23

前言

Foreword

本书于 2015 年 12 月发行第 1 版,2017 年 5 月发行第 2 版。自发行以来,作者收到了来自全国众多高校授课教师、通信类专业学生的支持与认可。同时,本书已成功推广至全国 100 余所高校,其中包括清华大学、北京大学、国防科技大学、北京航空航天大学、西安电子科技大学、北京邮电大学、电子科技大学等全部 C9、985 重点高校。

近年来,移动互联网飞速发展,比特币、区块链等热点话题不断涌现,这些新兴的知识内容对传统移动互联网体系产生了巨大影响,为其注入新的活力。因此,作者认为有必要将这些新兴内容进行整理并纳入高校教学内容。本书第 3 版对原有内容重新进行整理,对无线局域网与 IEEE 802.11 标准、无线局域网安全、移动互联网游戏章节进行补充,加入一些新的体系内容。另外,新增了比特币与区块链章节。

本书分为上下两篇。上篇介绍移动互联网的基础理论,下篇介绍移动互联网的相关实验。

第 1~8 章介绍移动通信基础知识。包括无线通信网络的理论基础,蜂窝系统的发展,无线局域网标准与安全以及 Ad hoc 网络。相较于第 2 版,该部分对“无线局域网与 IEEE 802.11 标准”和“无线局域网安全”两个章节进行了补充,在前者中添加了对于 IEEE 802.11aa、IEEE 802.11af、IEEE 802.11ax 协议的介绍,在后者中添加对移动网络中安全问题与安全技术的介绍。

第 9~15 章介绍移动互联网中的新兴技术。包括传感器网络、物联网、软件定义网络、比特币与区块链、智能机器人网络、移动智能小车网络、四旋翼飞行器在无线网络中的应用。通过这些新兴技术,读者可以对移动互联网有更深一步的理解,更好地把握网络技术对人类生产生活产生的巨大影响力。相较于第 2 版,该部分添加了一个全新的章节——比特币与区块链。该章系统地介绍比特币

的诞生与发展,比特币的原理,包括比特币钱包的概念、交易过程、挖矿过程等;除此之外,本章还介绍区块链的核心思想、技术与原理、应用与挑战等。最后,给出两个比特币网络中的关键研究问题。

第16~23章介绍移动互联网的应用开发。包括安卓编程与开发、iOS编程与开发、图形码、网络经济学、移动互联网智能化和算法、移动互联网的工业设计、移动互联网游戏、互联网的未来及影响。相较于第2版,该部分对“移动互联网游戏”章节进行了补充,介绍移动互联网游戏开发者从构思、设计到逐步完成一个游戏作品的必经过程。

第24~30章介绍7个具有代表性的移动互联网实验,主要涉及安卓平台和iOS平台的编程开发。

本书涉及多个专业方向,作者在准备和写作的过程中认真阅读了大量书籍和参考文献,请教了很多业界专家和学者。本书第3版得到了多位专家、老师和学生的支持与协助,在此向所有参与人员表示衷心的感谢!

编 者

2018年11月

上篇 基础理论

第 1 章 无线通信网络概述	3
1.1 无线通信网络的历史与发展	4
1.2 无线通信网络的主要特点	5
1.3 无线通信网络的基础技术	5
1.4 无线通信网络的新兴技术	7
1.5 移动互联网渗透	7
习题	7
参考文献	7
第 2 章 无线电的传播	9
2.1 有线介质与无线介质	9
2.2 无线电的传播机制	12
2.3 天线与天线增益	13
2.4 路径损耗模型	16
2.5 多径效应与多普勒效应	21
习题	23
参考文献	23
第 3 章 蜂窝系统原理	24
3.1 蜂窝系统	24
3.2 移动性管理	25
3.2.1 切换管理	26
3.2.2 位置管理	26
3.3 区群和频率复用	26

3.3.1	通过频率复用扩大系统容量	27
3.3.2	频率复用下的小区规划	27
3.3.3	六边形小区的几何结构	29
3.3.4	频率复用比	30
3.4	同信道与相邻信道干扰	31
3.4.1	同信道干扰	32
3.4.2	邻信道干扰	33
3.5	扩大系统容量的其他方法	34
3.5.1	小区分裂	34
3.5.2	定向天线(天线扇区化)	35
3.6	信道分配策略	36
	习题	37
	参考文献	37

第4章 3G、4G 和 5G

4.1	3G 概述	38
4.1.1	技术起源	38
4.1.2	标准参数	39
4.1.3	应用领域	42
4.2	4G	44
4.2.1	技术层面	44
4.2.2	概念	44
4.2.3	系统网络结构	45
4.2.4	关键技术	46
4.2.5	4G 国际标准	46
4.2.6	性能	49
4.3	5G	50
	习题	50
	参考文献	50

第5章 移动 IP

5.1	概述	52
5.1.1	移动 IP 的出现背景	52
5.1.2	移动 IP 设计目标及设计要求	52
5.1.3	移动 IP 的发展历史	53
5.2	移动 IP	53
5.2.1	基本术语	53

5.2.2 移动 IP 的基本操作原理	54
5.2.3 移动 IP 的工作过程	54
5.2.4 移动 IP 存在的问题	64
5.3 移动 IPv6	65
5.3.1 移动 IPv6 操作	65
5.3.2 移动 IPv6 与移动 IPv4 的区别	68
习题	68
参考文献	69
人物介绍——互联网之父 Vinton G. Cerf	70
参考文献	70
第 6 章 无线局域网与 IEEE 802.11 标准	71
6.1 无线局域网的构成	71
6.2 无线局域网的拓扑结构	72
6.3 IEEE 802.11 标准家族	73
6.3.1 IEEE 802.11	73
6.3.2 IEEE 802.11b	73
6.3.3 IEEE 802.11a	74
6.3.4 IEEE 802.11g	75
6.3.5 IEEE 802.11n	75
6.3.6 IEEE 802.11ac	77
6.3.7 IEEE 802.11ad	78
6.3.8 IEEE 802.11aa	79
6.3.9 IEEE 802.11af	80
6.3.10 IEEE 802.11ax	81
习题	85
参考文献	85
第 7 章 无线移动互联网安全	86
7.1 概述	86
7.2 无线局域网的安全威胁和安全机制	87
7.2.1 安全威胁	87
7.2.2 WEP 加密机制	87
7.2.3 WEP 认证机制	89
7.2.4 IEEE 802.1X 认证机制	90
7.2.5 WAPI 协议	93

7.2.6	IEEE 802.11i TKIP 和 CCMP	95
7.3	移动网络的安全问题与安全技术	99
7.3.1	移动通信网络安全问题	99
7.3.2	移动终端和移动应用的安全问题	102
	习题	105
	参考文献	105
第 8 章	Ad hoc 网络	106
8.1	Ad hoc 网络概述	106
8.1.1	Ad hoc 网络产生背景	106
8.1.2	Ad hoc 网络发展历史	106
8.1.3	Ad hoc 网络定义	107
8.1.4	Ad hoc 网络特点	107
8.1.5	Ad hoc 网络的应用	109
8.1.6	Ad hoc 网络面临的问题	109
8.2	Ad hoc 网络的体系结构	110
8.2.1	Ad hoc 网络的节点结构	110
8.2.2	Ad hoc 网络的拓扑结构	111
8.2.3	Ad hoc 网络协议栈简介	112
8.2.4	Ad hoc 网络的跨层设计	113
8.3	Ad hoc 网络的关键性技术	114
8.3.1	隐藏终端和暴露终端	115
8.3.2	Ad hoc 网络路由协议	119
8.4	Ad hoc 的服务质量和安全问题	129
8.4.1	服务质量的观念	129
8.4.2	跨层模型	129
8.4.3	Ad hoc 网络中的安全问题	130
	习题	133
	参考文献	134
	人物介绍——无线网络专家 Dina Katabi 教授	135
	参考文献	135
第 9 章	传感器网络	136
9.1	概述	136
9.2	无线传感器网络	137
9.2.1	IEEE 1451 与智能传感器	137

9.2.2	无线传感器网络体系结构	139
9.3	无线传感器网络的应用	141
9.3.1	军事应用	141
9.3.2	医疗卫生应用	142
9.3.3	环境及农业应用	143
9.3.4	智能家居应用	144
9.3.5	其他应用	144
9.4	无线传感器网络系统	145
	习题	146
	参考文献	146
人物介绍——图灵奖得主 Edmund M. Clarke 教授		147
	参考文献	147
第 10 章 物联网		148
10.1	物联网综述	148
10.1.1	物联网的历史	148
10.1.2	物联网的发展近况	148
10.1.3	物联网的应用	150
10.2	超宽带无线通信技术	153
10.2.1	超宽带无线传输技术的历史	154
10.2.2	超宽带无线传输技术的特点	154
10.2.3	超宽带无线传输技术的应用	156
10.3	软件无线电	157
10.3.1	软件无线电的历史	157
10.3.2	软件无线电的特点	159
10.3.3	软件无线电的应用	160
10.3.4	软件无线电的发展前景	160
10.4	射频识别	161
10.4.1	射频识别的历史	161
10.4.2	射频识别的特点	162
10.4.3	射频识别的应用	163
10.5	低功耗蓝牙无线技术	163
10.5.1	低功耗蓝牙无线技术的历史	164
10.5.2	低功耗蓝牙无线技术的特点	165
10.5.3	低功耗蓝牙无线技术的应用	165
10.6	人体局域网	166

10.6.1	人体局域网的历史	166
10.6.2	人体局域网的应用	167
10.7	认知无线电	167
10.7.1	认知无线电的历史	167
10.7.2	认知无线电的特点	168
10.7.3	认知无线电的应用	169
	习题	171
	参考文献	172
	人物介绍——ACM/IEEE Fellow 刘云浩教授	173
第 11 章	软件定义网络	174
11.1	网络发展概述	174
11.1.1	计算机网络发展现状	174
11.1.2	计算机网络发展面临的问题	175
11.1.3	云计算网络	176
11.2	软件定义网络概述	177
11.2.1	软件定义网络的发展	177
11.2.2	软件定义网络的定义	178
11.2.3	软件定义网络的优势	179
11.3	软件定义网络关键技术	180
11.3.1	OpenFlow 概述	181
11.3.2	VXLAN 概述	183
11.3.3	其他关键技术	186
11.4	软件定义网络标准现状	188
11.4.1	标准化组织	188
11.4.2	开源项目	189
	习题	189
第 12 章	比特币与区块链	190
12.1	比特币概述	190
12.1.1	比特币的诞生	190
12.1.2	比特币的发展	191
12.2	比特币的原理	192
12.2.1	比特币钱包	193
12.2.2	比特币交易过程	193
12.2.3	比特币挖矿过程	195

12.3	比特币的困难和挑战	198
12.4	区块链简介	199
12.4.1	区块链的核心——去中心化	199
12.4.2	区块链的技术原理	201
12.4.3	区块链的应用与挑战	202
12.5	比特币网络中的研究问题	204
12.5.1	比特币网络中的信息传播	204
12.5.2	比特币网络中交易信息的回溯	207
	习题	210
	参考文献	210

第 13 章 智能机器人网络 212

13.1	智能机器人平台	212
13.1.1	NAO 人形机器人	212
13.1.2	H2O 系列人形机器人	216
13.1.3	国内机器人现状	217
13.2	网络模块	219
13.2.1	Wi-Fi	219
13.2.2	ZigBee	221
13.3	相关拓展	225
13.3.1	分布式系统与算法	225
13.3.2	人工智能	226
13.3.3	机器学习	228
	习题	231
	参考文献	231

人物介绍——图灵奖得主 Les Valiant 教授 232

参考文献	232
------------	-----

第 14 章 移动智能小车网络 233

14.1	智能小车的平台	233
14.2	学术界移动小车机器人的研究应用	238
14.2.1	蛙跳路径设计	238
14.2.2	实时室内地图	239
14.2.3	全分布式平滑与地图	240
14.2.4	多合作多机器人估计与控制	241
14.2.5	局部与全局	242

14.3 移动智能小车网络在产业界的应用	242
14.3.1 无人驾驶汽车	245
14.3.2 无线传感器网络	246
习题	248
参考文献	248
人物介绍——人工智能专家 Judea Pearl 教授	250
参考文献	250
第 15 章 四旋翼飞行器在无线网络中的应用	251
15.1 在物联运输方面的应用	251
15.2 在自主导航方面的应用	252
15.3 在遥感测绘方面的应用	252
15.4 在其他方面的应用	252
习题	253
参考文献	253
人物介绍——机器人专家 Vijay Kumar 教授	254
参考文献	254
第 16 章 Android 编程与开发	255
16.1 Android 系统的架构	256
16.1.1 应用程序层	256
16.1.2 应用程序框架层	256
16.1.3 系统运行库	257
16.1.4 Linux 内核	258
16.2 编程环境的搭建	258
16.3 Android 工程	260
16.3.1 Android 程序里的基本概念	261
16.3.2 安卓应用程序的生命周期	264
16.3.3 典型例程	268
16.3.4 网上的资源	268
16.4 Android 手机功能介绍	268
16.5 Android 手机在研究领域的应用	269
16.5.1 应用 1	269
16.5.2 应用 2	269
16.5.3 应用 3	270

16.5.4	应用 4	270
16.5.5	应用 5	270
16.5.6	应用 6	272
16.5.7	应用 7	272
16.5.8	应用 8	274
16.5.9	应用 9	275
16.5.10	应用 10	275
16.5.11	应用 11	275
16.5.12	应用 12	276
16.5.13	应用 13	276
16.5.14	应用 14	277
16.5.15	应用 15	277
16.5.16	应用 16	278
16.5.17	应用 17	279
16.5.18	应用 18	280
16.5.19	应用 19	281
习题		282
参考文献		283

人物介绍——小米公司创始人雷军	285
-----------------	-----

参考文献	285
------	-----

第 17 章 iOS 编程与开发	286
------------------	-----

17.1	iOS 系统介绍	286
17.1.1	开发者计划	287
17.1.2	iOS 框架介绍	287
17.1.3	应用程序介绍	290
17.2	iOS 开发	292
17.2.1	窗口	293
17.2.2	视图	293
17.2.3	运算符与表达式	295
17.2.4	Foundation 框架简介	297
17.2.5	面向对象	297
17.2.6	内存管理	299
17.3	典型 iOS 程序介绍	301
17.3.1	实例 1 地图导航	301
17.3.2	实例 2 自定义地图的标注	302

17.3.3 实例3 自定义的地图	303
17.4 iOS 程序应用	304
17.4.1 iOS 手机中的传感器	304
17.4.2 应用1	304
17.4.3 应用2	305
17.4.4 应用3	305
17.4.5 应用4	307
习题	307
参考文献	308

第18章 图形码

309

18.1 一维条形码	309
18.1.1 一维条形码的分类	310
18.1.2 一维条形码的应用	311
18.2 QR 码	312
18.2.1 二维码的诞生	312
18.2.2 QR 码的公开及其普及	313
18.2.3 QR 码标准及其进化	313
18.2.4 QR 码的优点	314
18.2.5 QR 码的符号结构	314
18.2.6 QR 码的特征	314
18.2.7 版本和规格	315
18.2.8 QR 码的应用	316
18.3 其他二维码	318
18.3.1 Data Matrix	318
18.3.2 PDF417	319
18.3.3 Aztec 码	320
18.3.4 MaxiCode	320
18.3.5 EZcode	321
18.4 高维码	321
18.4.1 HCCB(高容量彩色条码)	321
18.4.2 COBRA	321
习题	323

第19章 网络经济学

324

19.1 博弈论	324
19.1.1 完全信息静态博弈	324

19.1.2	完全信息动态博弈	329
19.1.3	不完全信息静态博弈	330
19.1.4	不完全信息动态博弈	333
19.2	拍卖机制	334
19.2.1	拍卖的要素	335
19.2.2	拍卖的分类	336
19.2.3	VCG 拍卖	341
19.2.4	全支付拍卖	341
19.3	契约理论	342
19.3.1	契约要素	342
19.3.2	契约模型	343
19.3.3	契约可行性	344
19.3.4	契约理论应用	344
19.3.5	契约理论小结	346
19.4	市场理论	346
19.4.1	市场均衡	346
19.4.2	用户行为分析	348
19.4.3	厂家行为分析	350
19.5	谈判理论	350
19.5.1	谈判理论的发展历史及分类	351
19.5.2	纳什谈判理论	351
19.5.3	纳什谈判理论在无线网络中的应用	353
	习题	354
	参考文献	355
第 20 章 移动互联网智能化和算法		357
20.1	智能移动互联网	358
20.1.1	移动社交网络	358
20.1.2	基于大规模视频流的实时分析与处理	359
20.1.3	智慧城市	359
20.1.4	医疗图像分析系统	360
20.1.5	互联网金融大数据	360
20.2	众筹网络	360
20.2.1	资源调度方案	361
20.2.2	网络节点激励机制	361
20.2.3	众筹网络安全机制	361
20.3	移动互联网的计算	361
20.3.1	大数据分析——强大的工具	361