

信息与通信网络技术丛书

# 智能家庭网络： 技术、标准与应用实践

**Intelligent Home Network :  
Technologies, Standards and Applications**

张 川◎编著

闪联信息产业协会总裁孙育宁先生倾情作序推荐  
DLNA和AirPlay标准深入解读，多个典型应用案例  
引领读者逐步迈进智能家庭网络技术的精彩世界



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

信息与通信网络技术丛书

# 智能家庭网络： 技术、标准与应用实践

**Intelligent Home Network :  
Technologies, Standards and Applications**

张 川◎编著

人民邮电出版社  
北 京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

智能家庭网络：技术、标准与应用实践 / 张川编著

— 北京：人民邮电出版社，2014.2

(信息与通信网络技术丛书)

ISBN 978-7-115-33455-8

I. ①智… II. ①张… III. ①计算机网络—应用—家庭生活—基本知识 IV. ①TS976.3-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第295020号

- 
- ◆ 编 著 张 川  
责任编辑 刘 洋  
责任印制 彭志环 杨林杰
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京艺辉印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本：787×1092 1/16  
印张：17  
字数：341 千字 2014 年 2 月第 1 版  
印数：1-2 500 册 2014 年 2 月北京第 1 次印刷

---

定价：59.00 元

读者服务热线：(010)81055410 印装质量热线：(010)81055316  
反盗版热线：(010)81055315

---

# 内 容 提 要

本书是一本系统介绍智能家庭网络技术、标准及产业应用的专业书籍。目前，智能家庭网络技术正在信息产业领域掀起一场颠覆性的革命，主要体现在信息设备的智能化和网络化方面，引导这场革命的是站在技术金字塔顶端的几大行业标准化组织：AirPlay、DLNA 和闪联（IGRS）。本书从国际上流行的几大标准解读入手，通过对多个实际开发案例的解析，为相关的技术人员提供切实有用的参考内容。

本书共分 15 章，按照内容分为 5 篇：第一篇是概述部分，介绍智能家庭网络的基本概念和几大标准组织的概况；第二篇详细解读 AirPlay 协议；第三篇详细解读 DLNA 标准；第四篇用多个案例介绍了智能家庭网络技术的应用实现；第五篇总结了智能家庭网络技术的产业现状及发展趋势。

本书主要供智能家庭网络领域的专业技术研发人员、产品开发人员和工程应用人员学习参考，也可供此领域的相关人员阅读。高校计算机、电子工程、通信、信息、网络工程等专业的师生也可阅读参考本书。

---

# Abstract

This book describes the architectures and protocols for interconnecting intelligent devices in home networks. Intelligent home networking is bringing a revolution in information technology with more integrated intelligences and communications between digital devices. The architectures and protocols described in this book have been developed by R&D teams from several leading companies working collaboratively in three trade organizations known as AirPlay, DLNA and IGRS. This book explains the AirPlay and DLNA standards in details with the help of several practical case developments, which makes it a perfect reference for relevant technology developers.

This book is divided into 5 parts with 15 chapters in total. The first part describes some essential conceptions of intelligent home networks as well as an overview of above three trade organizations. Part 2 and part 3 go beyond that by delving into the details of AirPlay protocol and DLNA standard, respectively. Part 4 provides some typical cases in home networking. Wrapping up the exploration of home networking, part 5 summarizes its current status and future progress trend.

This book could be a helpful reference for specialist researchers, product designers, application engineers and other relevant professionals in intelligent home networks. Its detailed technical explanations will benefit those who are generally interested in intelligent home networking, particularly university teachers and students major in computer, electronics engineering, communication, information technology, network engineering, and etc.

---

# 致 谢

首先要感谢我的妻子周莹女士多年来的支持与鼓励，感谢我们可爱的孩子张正则，一个幸福的家庭是我每天辛勤工作的动力和目标。

感谢我的父母，是他们多年的养育给了我健康的身体，培养了我积极向上的生活态度。还要特别感谢岳父母一家对我们的悉心照顾，使我能有更多的时间和精力投入这本书的写作。

感谢姐姐一家陪伴着父母，替我承担了赡养父母的责任。

感谢北京邮电大学艾波教授、王柏教授、廖启征教授和西安建筑科技大学赵文静教授、李柏龄教授，他们严谨的治学态度以及对我的严格要求将使我受益终身，他们在我的求学生涯中起到了不可替代的关键作用，至今仍然对我有着深刻的影响。

感谢闪联云视信息技术有限公司奉飞飞博士，他广阔的视野、睿智的思路和缜密的思维对智能家居网络技术的发展起到了重要的推动作用，在他的帮助下，我很快掌握了智能家居网络技术的整体架构。

感谢多年的挚友黄启峰博士及周朝霞博士夫妇，尽管相见的机会不多，但是随着时间的流逝，越发体会到与他们之间友谊的珍贵。

感谢韩国三星电子有限公司电信网络部的 Lee Seung-Gu 部长及 Choi Hae-Kwon 次长，一起共事的数年间，他们对业界发展方向的把控能力和高度的敬业精神让我受益匪浅。

感谢中国联通王君珂博士和北京三星通信研究院的郑相贤次长，他们在本书的资料收集过程中给予了极大的支持。

感谢法国电信的张源海博士，他在实际工作中给予了我很大的帮助。



## 智能家庭网络：技术、标准与应用实践

感谢为了中国智能家庭网络标准的发展坚持不懈的朋友们，是他们的努力，才使我国的智能家庭网络标准在世界上占据一席之地。他们是：孙楚辉、林伯谦、皇晓琳、张维华、丁路宁、陈长征、王斌、杨楠、何芳、刘涵、包宁、陈占波、陈伟、王刚、武瑞雁、于亚楠。

感谢中国智能家庭网络技术的研发团队，他们不断研发的新产品，推动着智能家庭网络产业的发展。他们是：欧阳承凤、杨博杰、王波、樊佳鑫、谢军、连自锋、申磨、郎咸武、王建飞、刘彬、孙葳葳、滕云鹏、邵磊、赵晓鹏、李强、常延顺、张丽荣、张慧明、任谊、文滔、李季、周艳莉、卢洁辉、许喆轶、史峥、管艳艳、罗代东、梁川川、甘永根、张晓青、张嘉越、关瑾瑜、林鹤、宋艳芳、高峰、张红菊、林琳、赵阳。

感谢在写作过程中帮助过我的朋友们，他们是：吴静静、任之、刘阳、韩玫、范攀慧、刘晓璐、袁朗朗、刘建萍、丁云雷、吴余剑、曲红靖、李冬雪、史娅莉、徐璐希、孙志勇、杜菲、孙岚峰、滕梦、吕文博、江幸、刘文静、赵丽冬、章淑芳、管芳芳、郑华、李亮、叶行、姜陈、陈同洲、李淑兰、韦丰田。

最后，对本书的责任编辑刘洋先生及人民邮电出版社的相关工作人员，表示由衷的感谢。刘洋先生对新技术敏锐的洞察力和极高的工作热情，是这本书能够很快展现在读者面前的重要因素，本书的出版离不开刘洋先生的指导和其他工作人员的辛勤工作。

---

# 序 言

随着移动互联网的迅猛发展，操作系统的开放、网络结构的融合、终端功能的互补成为当今互联网发展的新趋势。在这种趋势下，越来越多的家电设备具备了智能化的特征，如智能手机、智能电视、智能空调等。家电的智能化催生了智能家庭网络技术，人们希望各个智能家电设备能够自动发现，资源共享，实现协同服务，从而形成一个有机的整体，为用户提供全新的贴身化服务。

在智能家庭网络产业发展的道路上，相关的产业标准起着不可替代的决定性作用，不同厂商产品之间的互联互通、不同类型设备之间服务的调用，不同硬件及操作系统之间的资源共享，都需要一个统一的标准来进行规范。在这个背景下，国际上的 DLNA 标准组织、苹果公司的 AirPlay 协议以及国内的闪联信息产业协会应运而生，它们分别在不同的领域，专注于不同的需求，实现了相同的目标，即智能互联、协同服务和资源共享。

任何一个产业的发展，都需要在市场培育过程中不断地整合自己的产业链。在智能家庭网络产业的发展过程中，谁控制了标准的制定，谁就能够在产业链的整合中获取最大的利益。因此，几大标准组织正在不遗余力地争夺着标准制定的话语权：DLNA 标准作为行业的领跑者，得到了几乎所有国际知名大企业的支持，从设备生产到产品认证，从标准制定到品牌推广，都拥有强大的话语权；AirPlay 协议以苹果公司的系列产品为基础，依托苹果雄厚的研发体系，也在市场中占有一席之地；闪联信息产业协会作为中国最大的 3C 协同互联产业联盟，致力于研发我国自主知识产权的智能家庭网络标准，前后已经发布了 7 项 ISO/IEC 国际标准及 7 项国家标准，在国内智能家庭网络市场中具备了相当的领先优势。



## 智能家庭网络：技术、标准与应用实践

本书是一本系统介绍智能家庭网络技术的专业书籍。全书从解读标准的角度切入，在对技术体系详细解析的基础上，结合作者丰富的实践经验，用多个典型的应用案例引领读者一步步进入智能家庭网络技术的精彩世界。作为一本系统解析标准文本，并结合实际开发案例讲解的书籍，本书很值得智能家庭网络行业的研究及开发人员阅读。

闪联信息产业协会总裁

Handwritten signature of Sun Yongning in black ink.

---

# 前 言

这是一个科技革命的时代。在这个时代里，比尔·盖茨通过 Windows，用 PC 颠覆了人们对计算机的概念，乔布斯又利用 iPhone 颠覆了手机的概念。同样，对于传统家电的概念，随着智能化、物联网、移动终端等新生技术的诞生，也正面临着被颠覆的局面——一场家电行业的革命正在悄悄地到来。

## （1）家电的智能化，颠覆了家电产品的传统定位

电视机也好，手机也罢，所有家电产品，正在面临着一个最大的变革——IT 技术的延伸。在各种 IT 新技术、新概念的涌动之下，家电产品必将会从以往产品的传统定位中走出来。随着硬件技术的不断突破，人们可以在任何家电中植入高性能的芯片，同时，软件和移动互联技术的发展，也促使家电的传统定位发生变化。例如，智能手机的价值定位，就不再是简单的通信手段，已经成了人们日常生活中必不可少的应用工具：开车导航时，它就是一个导航仪；在淘宝买包包时，它就是一个购物平台；遇到郁闷的事情想吐槽时，它就是一个社交平台；控制家中其他电器时，它就是一个万能遥控器。这样的例子还有很多，如智能电视早已不是一个简单的数字电视信号节目接收装置了，现在的智能电视能够实现网络视频点播、多屏互动、体感游戏等功能。同样，其他家电也因为 IT 技术的介入，必将发生革命性的定位变化，如未来的智能厨房，利用云服务平台（云存储、云数据、云管理），自动下载各种菜谱，控制冰箱、灶具、抽油烟机等厨房设备，通过 LED 显示屏指导你做出可口的饭菜。

## （2）智能家电的网络化，改变了家电产品的使用习惯

如果智能家电能够互相联网，配合使用，一起向用户提供更简单的操作、实现更复杂

## 智能家庭网络：技术、标准与应用实践

的功能，就会给用户的使用习惯带来一场新的革命。例如，利用电视机大屏幕的特点，让它播放手机上的视频及照片，会获得理想的欣赏效果；利用手机屏幕易操作的特点，配合智能电视输入用户名和密码等。这些都改变了人们对家电产品的原有使用习惯，也带来了更好的用户体验，实现了家电使用的简单化、智能化。毕竟，回到家里，最重要的就是放松，让用户轻松地玩转有趣的功能才是家电产品的核心目标。看看苹果产品的成功之处，无非将各种复杂的功能，用一种非常简单的方式提供给用户，颠覆了用户使用手机的习惯，这才是苹果成功的秘诀所在。

在这场颠覆性的革命中，是谁在其中起着关键性的作用？业界已经给出了明确的答案——智能家庭网络技术。

智能家庭网络包括两类范畴。一类是指在家庭内部各种信息终端的自动发现、智能共享及协同服务。比如，手机、计算机与电视之间的多屏互动，图片或者视频文件可以在多个设备之间随心所欲地共享；或者使用一部智能手机就能遥控所有的家电设备，不用一遍遍地寻找电视机、机顶盒、空调的遥控器；甚至未来的智能厨房里灶具、冰箱、抽油烟机、烤箱等设备之间能相互控制，一起为用户烹制一份精美的晚餐。

智能家庭网络的第 2 类范畴指通过家庭网关将公共网络功能和应用延伸到家庭，通过网络连接各种信息终端，提供集成的语音、数据、多媒体、控制和管理等功能，实现信息在家庭内部终端与外部公网的充分流通和共享。换句话说，就是让家电设备通过网关统统连接到 Internet 上，从而可以实现以下的业务和应用：利用机顶盒和电视机等实现 VoD 点播，借助云平台远程对各种家用电器进行控制、调节和监测，如对微波炉、洗衣机、空调、灯光、电动窗帘、温度和湿度控制器、风量调节器等的控制。

实现智能家庭网络技术的核心是一个统一的技术标准。试想一下，家电设备产品类型繁多，从客厅的数字电视，到书房的 PC；从手里的智能手机，到厨房的抽油烟机；还有各式各样的游戏机、DVD、平板电脑、数码相机，等等。生产家电设备的厂商数量更是不计其数，那么怎样保证用户买到五花八门的产品，在自己的家里都能相互连接起来，并且相互友好地控制，一起向用户提供服务呢？这就需要使用技术标准来进行规范，包括对各个产品的功能定位、通信接口、API 调用方式等多方面作出规定，这样，不管是哪家厂商，

只要是按照标准生产出来的产品，就一定能无缝地加入到家庭网络中，为用户提供智能的服务。

智能家庭网络标准是整个行业的制高点，谁掌握了标准的制定权，谁就拥有主动权和发言权，从而能在市场的分配中抢占先机。目前在智能家庭网络标准领域，有 3 个事实上的产业标准，它们是 DLNA、AirPlay 和闪联（IGRS）。本书从对标准的解读入手，向读者详细地介绍了智能家庭网络技术，并通过多个实际的开发案例，为相关的设计开发人员提供了切实的参考依据。

## 本书内容

本书分为 5 篇。

第一篇是智能家庭网络技术基础，这一篇采用通俗易懂的文字向读者介绍了什么是智能家庭网络技术，总结了该技术应用场景的特点，并且简单介绍了几种主流的智能家庭网络技术。不论是行业的初入门者还是某一方面的技术专家，都可以通过阅读这一篇内容来对智能家庭网络技术有一个全面的把握。

第二篇针对苹果公司的 AirPlay 技术，详细解读了相关的技术标准，包括 mDNS 协议、DNS-SD 协议及 AirPlay 协议等。这一篇介绍得比较深入，适合于已经有一定的 AirPlay 产品开发经验或者研究过相关标准的高级研发人员仔细阅读。如果是刚入门的技术人员，可以有选择地浏览相关概念，相信也会对研发工作很有帮助。

第三篇是围绕 DLNA 技术进行相关标准的解读，同第二篇一样，本篇也介绍得比较深入，如果是有开发经验的研发人员，可以仔细阅读；如果刚开始着手 DLNA 产品的开发，也可以通过书中对 DLNA 及 UPnP 标准各个文档的解读以及概念的比较分析，对庞大复杂的 DLNA 技术体系有一个全面的把握。另外，在第三篇的最后，第 9 章还对 AirPlay 和 DLNA 两大技术体系进行了比较，并探讨了两大技术体系融合的可能性。

第四篇进入了智能家庭网络的实战阶段，介绍了目前市场上已经出现的智能家庭网络产品，它们分别应用得多屏互动、电视节目转发、智能电视第二屏及智能控制白色家电等领域。本书在分析了各个技术的基本原理之后，给出了相应的体系架构设计方案和必要的

## 智能家庭网络：技术、标准与应用实践

消息流图。这部分适合于所有致力于智能家庭网络产品开发的技术人员阅读，在阅读的过程中，如果能够结合自己的产品需求，一定能对自己的工作大有帮助。

第五篇讨论了智能家庭网络进一步发展的可能方向，提出通过与物联网等新技术的结合，能够为用户提供更多更好的服务，然后分析了智能家庭网络目前存在的问题及解决思路，最后介绍了我国智能家庭网络技术及标准的发展现状，并且展望了下一步的发展目标。本篇的内容跳出了具体的技术，站在产业发展的角度梳理了智能家庭网络的发展过程及未来方向，从中也体现了作者对整个产业发展的看法和思路，也希望智能家庭网络行业的各位有识之士能够一起来思考这个行业的发展目标。

### 面向读者群

智能家庭网络技术的初学者或者正在开发相关产品的朋友，经常会觉得智能家庭网络技术专业名词众多，技术概念晦涩，而自己的工作只集中在某一点，对整体技术没有概念，有点盲人摸象的感觉；自己也常常下定决心阅读大块头的国际标准文本，但是根本找不到切入点，总是半途而废。那么本书有助于你梳理思路，总结对比这些晦涩的技术名词；本书用浅显易懂的语言解释国际标准中大量的英文缩写，将带你走进智能家庭网络技术的精彩世界。

如果你是一位资深的智能家庭网络技术专家，那么本书的第二篇和第三篇中对标准的详细解读一定能够引起你的共鸣，也许你在工作中对标准的困惑之处，在阅读完本书之后就会迎刃而解。本书的第五篇中对智能家庭网络技术的展望也有助于你扩展思路，从而将事业发展到新的应用领域。

如果你只是一名路过的IT技术爱好者，那么本书可以为你打开一扇通向全新科技领域的窗户，也许过不了几年，当身边的家电都悄然地互联互通之后，作为使用者的你，会想起有这么一本书，在几年前就预言了这一切的发生。

### 作者的话

作为一本系统介绍智能家庭网络技术的书籍，这本书的写作过程是比较辛苦的。一方面，智能家庭网络技术是一个全新的领域，参考资料只有各种国际标准的原文，基本没有

可以参考的书籍，而且有的协议是私有协议，根本就没有公开的文本，只能依靠长期的海量阅读和工作实践，不断地在实际工作中学习、总结，才能将一个个技术点串联起来，形成了系统的知识体系。另一方面，韩国企业高强度的工作负荷也不允许我有很多时间从容地进行自己的思考和总结，只能依靠业余时间对本书内容进行推敲。

还需要说明的是，智能家庭网络技术是一类比较复杂的技术，涉及几乎所有的家电设备，内容相当宽泛，作者不可能在一本书里全面地介绍。而且，智能家庭网络技术正在不断飞速发展，作者只是希望能将目前的发展现状向读者作个介绍，目的是希望有更多优秀的研究人员能够关注这项技术、能有更多的资源投入到这个领域，共同来发展这个充满魅力的朝阳产业。

作者的电子邮箱是 [chuanzhang@gmail.com](mailto:chuanzhang@gmail.com)。如果阅读过程中有任何问题或者新的看法，请随时联系，作者非常希望能和行业内的有识之士一起进步。

---

# 目 录

## 第一篇 智能家庭网络技术基础

<b>第 1 章 什么是智能家庭网络技术</b> ..... 3	<b>第 2 章 智能家庭网络技术分类</b> ..... 6
1.1 智能家庭网络技术能带来什么..... 3	2.1 构建智能家庭网络的步骤..... 6
1.2 具有家庭特色的网络体系..... 4	2.2 AirPlay 协议..... 8
	2.3 DLNA 标准..... 9
	2.4 IGRS (闪联) 标准..... 11

## 第二篇 使用 AirPlay 构建家庭网络

<b>第 3 章 AirPlay 设备发现</b> ——	
<b>mDNS</b> ..... 15	3.3.4 更新..... 39
3.1 DNS 简介..... 15	3.3.5 查询..... 40
3.1.1 DNS 概述..... 15	3.3.6 响应..... 42
3.1.2 DNS 报文结构..... 16	3.4 mDNS 消息发送规则..... 43
3.2 mDNS 基础..... 19	<b>第 4 章 AirPlay 设备描述</b> ——
3.2.1 mDNS 涉及的基本概念..... 20	<b>DNS-SD</b> ..... 46
3.2.2 mDNS 工作机制..... 21	4.1 实例名、服务名及域名的结构..... 46
3.2.3 mDNS 消息格式介绍..... 24	4.2 PTR、SRV 及 TXT 记录解析..... 47
3.2.4 mDNS 消息格式示例..... 28	4.2.1 PTR 记录..... 47
3.3 mDNS 工作过程..... 31	4.2.2 SRV 记录..... 48
3.3.1 寻址..... 31	4.2.3 TXT 记录..... 49
3.3.2 探测..... 33	4.3 利用 PTR、SRV 及 TXT 记录获取服务访问信息..... 50
3.3.3 宣告..... 35	



<b>第 5 章 AirPlay 设备媒体控制——Apple TV 的媒体共享机制</b> .....	52	5.2.6 TEARDOWN .....	67
5.1 相关协议简介 .....	53	5.3 建立双向 HTTP 连接 .....	68
5.1.1 RTSP .....	53	5.4 与 Apple TV 共享图片 .....	70
5.1.2 HTTP .....	59	5.4.1 显示单张图片 .....	70
5.2 与 Apple TV 共享音频 .....	61	5.4.2 幻灯片显示多张图片 .....	71
5.2.1 OPTIONS .....	61	5.5 与 Apple TV 共享视频 .....	76
5.2.2 ANNOUNCE .....	62	5.5.1 获取 Apple TV 属性信息 .....	77
5.2.3 SETUP .....	65	5.5.2 播放视频文件 .....	78
5.2.4 RECORD .....	66	5.5.3 暂停播放视频文件 .....	79
5.2.5 FLUSH .....	67	5.5.4 获取当前播放时间点 .....	80
		5.5.5 跳到指定播放时间点 .....	80

### 第三篇 使用 DLNA 构建家庭网络

<b>第 6 章 DLNA 设备发现——UPnP DA</b> .....	85	7.2 UPnP AV 主要服务类型 .....	138
6.1 UPnP DA 基础 .....	86	7.2.1 Media Server .....	138
6.2 UPnP DA 涉及的基本概念 .....	88	7.2.2 Media Renderer .....	139
6.3 UPnP DA 工作机制 .....	90	7.2.3 Control Point .....	140
6.4 UPnP DA 相关协议介绍 .....	92	7.3 UPnP AV 模型 .....	141
6.4.1 SOAP .....	92	7.3.1 3-box 模型：MS vs. CP vs. MR .....	141
6.4.2 SSDP .....	92	7.3.2 2-box 模型：MS+CP vs. MR .....	142
6.4.3 UUID .....	97	7.3.3 2-box 模型：MS vs. MR+ CP .....	142
6.4.4 GENA .....	98	7.3.4 同步及异步数据传输 .....	143
6.5 UPnP DA 设备详细工作过程 .....	100	7.4 UPnP 场景举例 .....	144
6.5.1 寻址 .....	100	7.4.1 3-box 模型：标准交互过程 .....	144
6.5.2 发现 .....	100	7.4.2 3-box 模型：“同步—推”数据方式 .....	146
6.5.3 描述 .....	109	7.4.3 3-box 模型：“异步—拉”数据方式 .....	147
6.5.4 控制 .....	121	7.4.4 2-box 模型：CP 与 MR 集成，“同步—推”数据方式 .....	148
6.5.5 事件 .....	126		
6.5.6 展现 .....	134		
<b>第 7 章 DLNA 设备媒体控制——UPnP AV</b> .....	136		
7.1 UPnP AV 概述 .....	136		

7.4.5	2-box 模型: CP 与 MR 集成, “异步一拉”数据方式	149	8.2	DLNA 定义的家庭设备角色	155
7.4.6	2-box 模型: CP 与 MS 集成, “同步一推”数据方式	150	8.2.1	家庭网络设备	156
7.4.7	2-box 模型: CP 与 MS 集成, “异步一拉”数据方式	151	8.2.2	移动手持设备	157
<b>第 8 章 基于 UPnP 实现 DLNA</b>		153	8.2.3	家庭互操作设备	157
8.1	DLNA 分级结构	153	8.2.4	各个角色之间的应用 模式	158
8.1.1	网络互联层	154	<b>第 9 章 AirPlay vs. DLNA</b>		163
8.1.2	网络协议层	154	9.1	AirPlay 与 DLNA 的不同点	163
8.1.3	设备的发现、控制, 媒体 管理及远程界面层	154	9.2	AirPlay 和 DLNA 设备互联	164
8.1.4	媒体传输层	155	9.2.1	利用双协议栈实现 互联	164
8.1.5	媒体格式	155	9.2.2	利用设备互联代理 实现互联	165
<b>第四篇 智能家庭网络技术实战</b>					
<b>第 10 章 基于 AirPlay 实现 多屏互动</b>		171	10.7	相关产品介绍	190
10.1	什么是多屏互动技术	171	10.7.1	Apple TV	190
10.2	应用场景介绍	172	10.7.2	iTV	191
10.3	主要功能	172	10.7.3	小米盒子	192
10.4	相关技术介绍	173	10.7.4	海信智能电视	193
10.4.1	Android 操作系统	173	10.7.5	快播大屏幕	194
10.4.2	智能电视	175	10.7.6	手机(平板电脑)端 软件应用	195
10.4.3	高清电视播放盒	177	<b>第 11 章 基于 DLNA 实现电视 节目转发</b>		197
10.4.4	HTTP 服务器—— Lighttpd	178	11.1	机顶盒概述及应用场景	197
10.4.5	cURL	179	11.2	机顶盒基本原理	198
10.5	多屏互动实现原理	182	11.2.1	数字电视系统概况	198
10.6	多屏互动实现举例	183	11.2.2	机顶盒工作过程	200
10.6.1	手机以幻灯片方式推送 图片给电视盒子	183	11.2.3	机顶盒硬件结构	202
10.6.2	手机推送视频给 电视盒子	187	11.2.4	机顶盒软件结构	202
			11.2.5	机顶盒中间件技术	203