

学校编码: 10384

分类号密级

学号: X2012230695 UDC

廈門大學

工程硕士学位论文

**基于 Android 的 Airplay Server 端应用  
设计与实现**

**Design and Implementation of Airplay Server Application  
Based on Android**

邱晨

指导教师: 董槐林教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2014 年 4 月

论文答辩日期: 2014 年 5 月

学位授予日期: 年 月

指导老师:

答辩委员会主席:

2014 年 4 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文(包括纸质版和电子版)，允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

(        ) 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于  
年    月    日解密，解密后适用上述授权。

(  ) 2. 不保密，适用上述授权。

(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。)

声明人(签名)

年    月

## 摘要

2011 年起，苹果公司在自己的产品上推出 Airplay 功能，让用户可以使用 iPhone, iPod 和 iPad 等 IOS 设备通过一键分享的方式将这些设备中的多媒体文件推送到 Apple TV 上进行观看，实现了小屏传大屏的功能，给用户带来了良好的观赏体验。但是，由于当时 Airplay 协议仍是苹果公司的封闭协议，用户无法将 IOS 设备的内容分享到 AndroidTV 上。如今，苹果公司开放 Airplay 协议供第三方使用，使得 IOS 设备与 Android 智能电视之间实现多屏互动成为可能。

本文主要研究如何将 IOS 设备中存有的图片、音频和视频等多媒体文件，以及 IOS 设备中已安装的音视频应用中的网络音、视频内容，通过一键分享的形式将这些多媒体文件分享到 Android 设备大屏幕（AndroidTV）上进行播放和显示。

文中主要阐述了在 Android 系统上实现 AirplayServer 端基本功能的过程。其功能包括 IOS 设备向 AirplayServer 分享图片、音频和视频等多媒体文件；AirplayServer 接收到分享请求，经过数据处理将多媒体文件内容进行呈现和播放；用户亦可通过 IOS 设备同步控制 AirplayServer 端多媒体内容的播放。

基于 Airplay 协议实现的小屏传大屏产品，不仅使得手机这样的独占设备很容易将其内容分享出去，而且实现了跨平台内容的分享。

**关键字：**Airplay 协议；小屏传大屏；多屏

## **Abstract**

This dissertation mainly studies how to share the multimedia files like picture, video and audio etc. which are stored in the IOS devices or from the content providers in the internet to the large screen device (Android TV) with only one-key.

In 2011, Apple Corp released Airplay function to their products, which allows users to use iPhone, iPod and iPad etc. IOS devices through one-keyway to share the multimedia files in the device to Apple TV to watch, the smallscreen contents transport to the big screen that give users a good experience. However, Airplay protocol is a private protocol, which belongs to the Apple Corp. It's not able to let the users to share the contents in the IOS on Android TV. But good news is Apple Corp said they would share the protocol with the third parties right now. It makes it possible to interaction between IOS devices and Android Smart TV.

So this dissertation mainly describes how to fulfill the basic function of Airplay Server in the Android System. The functions includes IOS sends the share request to Airplay Server to share the contents of music, image and video; Airplay Server received and handle the sharing request, after data processing progress, Airplay Server will show the share contents. Users can control the play process with IOS device.

Airplay protocol not only makes the multimedia contents from the small screen to the large one to play, but also realize the cross-platform sharing contents.

**Key Words:** Airplay Protocol; Small-Screen to Big-Screen; Multi-Screen

## 目录

<b>第一章引言</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目背景与意义 .....	1
1.2 国内外研究状况.....	2
1.3 本文的主要内容及结构安排.....	3
<b>第二章相关技术介绍</b> .....	<b>4</b>
2.1 Bonjour 介绍.....	4
2.2 Airplay 协议 .....	5
2.3 HTTP1.1 协议 .....	5
2.4 RTSP 协议.....	6
2.5 Android 系统.....	6
2.5.1 Android 系统简介 .....	6
2.5.2 Android 架构介绍 .....	6
2.6 Android 系统上对 Bonjour 的支持.....	8
2.7 Android 对多媒体的支持.....	9
2.8 本章小结.....	11
<b>第三章系统需求分析</b> .....	<b>12</b>
3.1 任务概述 .....	12
3.2 术语 .....	12
3.3 需求规定 .....	13
3.3.1 软件功能说明 .....	13
3.3.2 系统功能性需求 .....	13
3.3.3 系统非功能性需求 .....	14
3.4 运行环境规定 .....	15
3.5 接口.....	15

3.6 本章小结 .....	17
<b>第四章系统概要设计 .....</b>	<b>18</b>
4.1 系统模块划分 .....	18
4.2 AirplayActivity 模块设计 .....	20
4.3 AirplayService 模块 .....	21
4.3.1 Airplay Receiver 模块 .....	21
4.3.2 mDNSService 模块 .....	22
4.3.3 HttpServer 模块 .....	26
4.3.4 RTSP 设计 .....	30
4.4 AudioServer 设计 .....	31
4.5 本章小结 .....	32
<b>第五章系统详细设计与实现 .....</b>	<b>33</b>
5.1 发现模块 .....	33
5.1.1 发现模块设计 .....	33
5.1.2 发现模块的实现 .....	35
5.2 图片分享 .....	37
5.3 视频分享 .....	38
5.4 音频分享 .....	43
5.4.1 音频分享模块设计 .....	43
5.4.2 音量控制 .....	45
5.4.3 Metadata 处理 .....	46
5.4.4 专辑封面显示 .....	47
5.5 本章小结 .....	47

第六章总结与展望.....	48
6.1 总结 .....	48
6.2 展望 .....	50
参考文献.....	51
致谢.....	52

厦门大学博硕士论文摘要库



## Contents

<b>Chapter 1 Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Project Background And Significant</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Internal And External Research Status</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Main Content And The Structure Arrangement</b> .....	<b>3</b>
<b>Chapter 2 Relevant Technology</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Bonjour Introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 Airplay Protocol</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3 HTTP1.1 Protocol</b> .....	<b>5</b>
<b>2.4 RTSP Protocol</b> .....	<b>6</b>
<b>2.5 Android System</b> .....	<b>6</b>
2.5.1 Android System Summary .....	6
2.5.2 Android Framework Introduction .....	6
<b>2.6 Bonjour Support On Android System</b> .....	<b>8</b>
<b>2.7 Multimedia Support On Android</b> .....	<b>9</b>
<b>2.7 Summary</b> .....	<b>11</b>
<b>Chapter 3 System Requirement Analysis</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1 Task Description</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2 Term</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3 Requirement Rule</b> .....	<b>13</b>
3.3.1 Software Function Description .....	13
3.3.2 System Functional Requirement .....	13
3.3.3 System Non-Functional Requirement .....	14
<b>3.4 System Environment</b> .....	<b>15</b>
<b>3.5 Interface</b> .....	<b>15</b>
<b>3.6 Summary</b> .....	<b>17</b>

<b>Chapter 4 System General Design</b> .....	<b>18</b>
<b>4.1 System Model Divide</b> .....	<b>18</b>
<b>4.2 Airplay Activity Model Design</b> .....	<b>20</b>
<b>4.3 Airplay Service Model</b> .....	<b>21</b>
4.3.1 Airplay Receiver Model.....	21
4.3.2 mDNSService Model.....	22
4.3.3 HttpServer Model .....	26
4.3.4 RTSP Design .....	30
<b>4.4 AudioServer Design</b> .....	<b>31</b>
<b>4.5 Summary</b> .....	<b>32</b>
<b>Chapter 5 System Detailed Design And Implementation</b> .....	<b>33</b>
<b>5.1 Discovery Model</b> .....	<b>33</b>
5.1.1 Discovery Model Design .....	33
5.1.2 Discovery Model Implementation.....	35
<b>5.2 Image Share</b> .....	<b>37</b>
<b>5.3 Video Share</b> .....	<b>38</b>
<b>5.4 Audio Share</b> .....	<b>43</b>
5.4.1 The Design Of Audio Share Model.....	45
5.4.2 Volume Control.....	46
5.4.3 Metadata Handle.....	47
5.4.4 Album Handle.....	48
<b>5.5 Summary</b> .....	<b>48</b>
<b>Chapter 6 Conclusions And Prospect</b> .....	<b>48</b>
<b>6.1 Conclusions</b> .....	<b>48</b>
<b>6.2 Prospect</b> .....	<b>50</b>
<b>References</b> .....	<b>51</b>

**Acknowledgements** ..... 52

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 第一章 引言

### 1.1 项目背景与意义

自 2011 年起，苹果公司推出 Airplay 功能让用户将 iPhone, iPod 以及 iPad 等 IOS 设备上的图片、音视频等多媒体文件内容分享到 Apple TV 上供用户观看，提供了良好的用户观赏体验。但是由于 Apple TV 在市场上属于高端电子产品，具有较高的价格门槛，这使大量的消费者望而却步。而性价比相对较高的 Android 智能电视如今受到了大量智能电视用户的追捧<sup>[1]</sup>。

然而在移动终端，大量的苹果用户如何将自己手机的照片、音视频数据分享到 Android 智能电视（大屏幕）上，实现大屏与小屏之间的分享互动成为研发人员和用户关注的焦点。

如今苹果公司表示开放 Airplay 协议供第三方使用，这无疑让苹果设备与 Android 智能电视之间的交互分享成为可能。

现代家庭每一位家庭成员都手持一个移动终端设备，这些移动设备可能来自不同的移动厂商，例如 Apple 公司的 IOS 设备，SAMSUNG 公司的 Android 设备等。如何使 IOS 设备和 Android 设备之间实现多屏互动，如何在不同设备之间传输相关内容和调用设备所提供的服务，如何实现设备间媒体文件的共享，是本课题研究的主要目的。

Airplay 是 Apple 公司提出的一种基于无线技术的通讯协议。利用 Airplay 协议，用户可以简单的通过 WIFI 将 IOS 设备上的包括：图片、音频、视频以及镜像等数据通过无线的方式传输到支持 Airplay 协议的设备上。Airplay 与 DLNA (Digital Living Network Alliance) 的功能类似，都是基于无线传屏。但是 Airplay 还具有镜像功能，这个功能与 Android 4.2 开始支持的 Miracast 功能相似，即可以将一个设备的镜像直接投影到另一个设备上去显示，这是 DLNA 所不具备的。Airplay 的镜像功能，可以将 iPhone、iPad 等 IOS 设备上的画面无线传输到其他设备上，换句话说被分享设备显示的是什么，那么分享设备上显示的就是什么，而不仅仅限于图片和视频。用户还可以拿着 IOS 设备来做赛车游戏的方向盘，然后看着大屏幕玩游戏。但是，Airplay 的镜像对硬件设备的要求比较高。

根据 Airplay 协议的规定, Airplay 设备被分为客户端设备和服务器设备, 事实上也只是根据设备屏幕的大小主观的定义客户端和服务器这两个角色。一般情况下, 将屏幕较小的设备称作 Airplay 的客户端, 而将屏幕较大的设备称为 Airplay 的服务器。即 iPhone, iPad 这样的小屏幕设备一般作为 Airplay 客户端; 而 Apple TV, MacBook, 智能电视等大屏幕被设计为 Airplay 服务器, 在小屏和大屏之间分享照片、视频和音乐<sup>[2]</sup>。

支持 Airplay 的客户端有很多, 例如优酷视频、搜狐视频、PPS、爱奇艺、腾讯视频、乐视、PPTV 等都具有 Airplay 推送功能。

## 1.2 国内外研究状况

在影音方面, Apple 公司对整个影音界有着巨大的影响。然而, Airplay 就是 Apple 公司面向影音科技领域的一项重要标志性功能。初期, Airplay 只应用在 Apple 设备中, 后来渐渐发展到对第三方硬件的支持。因此, 当下许多新推出的影音产品中都增加了对 Airplay 影音的支持。

近几年来, 国内外软硬件厂商纷纷投入到 Airplay 协议的研究和开发。研发出一系列支持 Airplay 的终端设备。如支持 Airplay 的音响设备, 罗技公司的 UEAirSpeaker 音箱, B&W 的齐柏林飞艇音箱等。这类音箱设备支持一键将 iPhone, iPad 等 IOS 设备的音乐文件传输到音箱设备上播放。还有支持 Airplay 的电视, 如乐视 TV, 小米电视等。乐视 TV 也成为全球第一家同时采用 Airplay、DLNA、Miracast 三大无线技术的智能电视<sup>[6]</sup>。还有一些 TVbox 如小米盒子也都支持 Airplay 功能。目前, 苹果的 Airplay 更多的只适用于其认证过的苹果设备, 目前支持这一技术的主要是苹果自己的产品, 此外还有一些苹果授权的合作伙伴, 例如向 Pioneer 和 Sony 公司提供技术授权的音响。

还有一些厂家开始转变思路和研究角度, 将方向从 AirplayServer 端转移到 AirplayClient 端。将 Android 终端当做是 AirplayClient, 将内容推送给 AppleTV 播放。如 DoubleTwistsoftware。DoubleTwistsoftware 被称作“iTunesforAndroid”, 最新更新将支持苹果的开放 Airplay (无线) 流媒体技术。这可以让 Android 用户通过免费的 DoubleTwist 智能手机利用 WIFI 传输电影、音乐以及照片到 AppleTV 上, 此外它还兼容 Sonos 硬件。

### 1.3 本文的主要内容及结构安排

本文主要研究苹果公司的 Airplay 协议，Airplay 协议并非独立的通讯协议，它是基于一些标准化的网络协议组成，例如 MulticastDNS、HTTP、RTSP 和 RTP 等。文中涉及了 Airplay 中这些标准协议的使用规范及内容，包括零配置发现服务、客户端与服务端的 HTTP 通讯和 RTSP 通讯、ROAP (RemoteAudioOutputProtocol) 广播及 Airplay 广播内容、RTP 流的数据格式。文中重点对如何设计和实现 Airplay Server 端的基本功能进行研究，包括图片、视频和音频的分享功能。对于音视频分享功能，文中还描述了音视频分享播放时的控制、Metadata 的接收和呈现等，全文共分为六章。

第一章主要描述项目背景和研究现状，以及对课题的研究意义进行阐述，最后对接下来的行文做一些简要的介绍。

第二章对本项目所涉及的基本理论基础和技术进行具体描述，主要介绍了 Bonjour 协议、Airplay 协议的内容以及 Android 系统的相关知识。

第三章项目的需求分析，对 Airplay Server 端功能性需求以及非功能性需求做出规定，并且制定了系统的相关接口。

第四章对项目模块的划分以及各模块之间通讯方式，模块设计。

第五章是各模块的详细设计和实现过程的阐述。

第六章是对本课题的总结，并对 Airplay 协议今后应用发展的一些展望。

## 第二章 相关技术介绍

本章主要介绍项目所涉及的技术，包括苹果公司的 Bonjour、Airplay 协议以及 Android 系统的相关知识。这些技术是进行本项目开发的基础，熟悉协议和技术的相关内容，有利于在后续的开发和调试过程中，很快的锁定问题点并作出相应的调整工作。

### 2.1 Bonjour 介绍

Bonjour 也称作零配置联网，能够自动发现 IP 网络中的电脑、设备和服务。Bonjour 使用工业标准的 IP 协议来允许设备之间自动发现彼此，而无需输入 IP 地址或者配置 DNS 服务器。

Bonjour 是苹果公司为基于组播域名服务(Multicast DNS)的开放性零配置网络标准而起的名字。使用 Bonjour 的设备会在网络中广播它们的服务信息并同时监听其它设备的服务信息，设备之间就像在相互打招呼，这也是被命名为 Bonjour(法语：你好)的原因。以这样的方式，Bonjour 使 LAN 中的系统和设备即便在没有网络管理员的情况下也很容易被找到。Bonjour 会显示局部网内支持 DNS 的设备和应用的名称，采用 Multicast DNS 来解决区域内设备命名冲突<sup>[3]</sup>。许多设备、服务器以及其他网络服务，诸如打印机, Apache, Webcam 以及 SSH, 都支持 Bonjour。它采用现有的 IETF(Internet Engineering Task Force) 标准协议，例如 DNS 服务的发现过程，也是 IETF 通过 ZeroConfiguration of Working Group 进行标准化工作的一部分。做为开源代码，它可应用于众多平台。在 Mac OS X 上，通常使用 Bonjour 相关的有打印机的设置、以太网及 Airport 无线连接、iTunes 和 iPhoto 共享音乐或图片以及 iChat 好友列表。

Bonjour 技术主要解决了局域网发现设备的三个问题：第一个问题是寻址，即为主机分配 IP 地址。Bonjour 的寻址处理比较简单，即每个 Host 在网络地址可选范围内寻找一个 IP 地址，同时查看网络内部是否有其他主机已经占有此 IP 地址。如果该 IP 地址还没有被分配，设备将可以使用此 IP 地址；第二个问题是 Naming：它解决了主机名与 IP 地址之间的对应关系问题。Bonjour 采用的是 mDNS 技术，即 DNS 在发送查询消息过程中通过 UDP 组播的方式。一旦网络中某个设备发现查询的设备名与自己的设备名相同，就会回复这条请求消息，告诉网络中的其他设备自己的存在。此外，Bonjour

还拓展了 mDNS 的用途，即除了能查找 Host 外，还支持 Service 的查找。但是，Bonjour 的 Naming 有一个限制，即局域网内不能有重名的 Host 或者 Service；第三个问题是 ServiceDiscovery：Service Discovery 是基于 Naming 工作实现的，它能让应用程序能寻到网络内部的 Service，并解析这个 Service 所对应的 IP 地址和端口号。当应用得到服务的 IP 地址和端口号，就可以直接与该服务建立连接关系。

## 2.2 Airplay 协议

Airplay 协议属于局域网内异构设备之间分享 Media Data 的一种通信协议。Airplay 协议将设备类型分为两种：客户端设备和服务器端设备。但是这两类设备的概念是相对的，而非绝对的。在通常情况下，一般将小屏 IOS 设备实现为 Airplay 的客户端(Source)，大屏幕设备实现为 Airplay 服务器 (Sink)<sup>[4]</sup>。即 iPhone, iPad 一般为 Airplay 客户端，iTV, Android TV 通常设计为 Airplay 服务器，在小屏和大屏之间分享视频、照片和音乐。Airplay 协议属于私有协议，版权归 Apple 公司所有。

Airplay 协议定义了三种服务：Multicast DNS（多播域名解析协议的发现服务）；基于 HTTP 协议的 Airplay 服务；基于 UDP 的 AirTunes 服务。MulticastDNS 发现服务，在 Linux 系统中有开源的 AVAHI 库。其他两个服务需要通过 Airplay 协议去实现。

Airplay 协议包含了服务发现的描述，分享照片的通讯过程，分享视频文件的通讯过程以及分享音频文件的通讯过程。除此之外，Airplay 协议还定义了传输镜像的过程。协议中也涉及了相关音视频流的格式和加密算法等内容。后续的内容都将从协议的具体内容进行展开。

## 2.3 HTTP1.1 协议

HTTP1.1 是超文本传输协议的 1.1 版本。HTTP 协议是运行在 TCP/IP 协议族之上的应用层协议。HTTP1.1 支持长连接方式，通过长连接方式可以在设备间建立 TCP 连接之后，发送请求并等待对方应答，进而持续这样的应答状态。不仅如此，还可以通过建立和释放 TCP 连接将开销分摊到多个请求上，对于每个请求而言，由于 TCP 而造成的相对开销就会被大大地降低了。HTTP1.1 还支持发送流水线请求，也就是说在发送请求 A 并等待回应到来之前就发送请求 B。也可以理解为，一次连接发送多个请求，由客户



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库