

学校编码: 10384
学号: X2008230085

分类号_____密级_____
UDC_____

廈門大學

工 程 碩 士 學 位 論 文

基于 Android 的船舶导航系统设计与实现

Design and Implementation of Ship Navigation System
Based on Android

林 晶

指导教师姓名: 曾文华 教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2013 年 10 月

论文答辩日期: 2013 年 11 月

学位授予日期: 2013 年 12 月

指 导 教 师: _____

答 辩 委 员 会 主 席: _____

2013 年 10 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 日

摘 要

近几年，船舶导航设备在国内迅速普及，各种商船、货船、渔船都装上了船舶导航设备，但在流行的手机操作系统上，船舶导航应用软件却不多见。本文在 Android 系统设计并实现船舶导航系统，为船舶用户提供新的操作体验，并且在专用导航设备之外多了一种航行辅助工具。

本课题的主要任务是基于 Android 系统，设计并实现一个在 Android 手机上运行船舶导航系统。论文首先分析了船舶导航系统的发展现状，其次对本系统相关的技术进行介绍，包括 Android 系统、船舶导航系统和卫星定位系统。再次，论文对船舶导航系统的基本功能进行详细的需求分析，包括海图显示、船位跟踪、船舶导航、航迹记录、位置标注、报警功能，根据对系统的理解进行了总体设计，详细论述了系统功能实现所涉及的海图模块、定位模块、数据存储模块、数据计算模块。最后论文描述了系统的各部分主要功能的详细设计和实现，并进行系统的测试和相关说明。

本文所论述的船舶导航系统，重点关注了利用 Android 系统提供的服务和应用程序框架以简化开发过程，在 Android 手机上实现了船舶导航所需的基本功能，同时为基于 Android 系统的专业船舶导航设备提供了参考。

关键字：船舶导航；GPS；Android

Abstract

In recent years, ship navigation equipment rapidly growing popularity. They are equipped on various merchant ships, cargo ships, fishing boats. But in the most popular mobile operating systems there has seldom ship navigation application. This ship navigation system was designed and implemented base on the Android system. It provides ship users with a new operating experience, and another navigational aid besides a dedicated navigation device.

The main task of this project is designing and implementing ship navigation system running on an Android phone. It first analyzes the current development of ship navigation systems, and then the related technologies are introduced, including the Android system, ship navigation systems and satellite positioning systems. Second, the paper analyzes the ship navigation system's basic functions, including the chart display, ship position trace, ship navigation, track record, location mark and alert function. According the system's basic functions, the system's overall design was given, it includes the chart module, positioning module, the storage module and the compute module. Finally there are detailed description of the main functions of the system's detailed design and implementation, as well as system testing and related instructions.

The ship navigation system discussed was focusing on the use of the services and application framework provided by Android system to simplify the development process. It implements the basic functions on an Android mobile phone which meet the ship navigation's requirement. And it provides reference for the Android-based professional ship navigation equipment.

Key words: Ship Navigation; GPS; Android

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.2 国内外研究现状	1
1.3 论文主要研究内容	2
1.4 论文结构安排	2
第二章 相关技术介绍	4
2.1 Android 系统	4
2.1.1 简介	4
2.1.2 特点	4
2.1.3 Android 软件架构	5
2.2 船舶导航系统	7
2.3 卫星导航系统	8
2.3.1 GPS 定位系统	8
2.3.2 北斗卫星导航系统	9
2.4 本章小结	10
第三章 系统需求分析	11
3.1 系统概述	11
3.2 系统功能需求详细分析	11
3.2.1 海图显示	11
3.2.2 船位跟踪	11
3.2.3 船舶导航	11
3.2.4 航迹记录	11
3.2.5 位置标注	12
3.2.6 报警功能	12
3.3 本章小结	12
第四章 系统总体设计	13
4.1 总体框架	13
4.2 海图模块	14
4.2.1 海图数据	14
4.2.2 海图显示	15
4.3 数据存储模块	17
4.3.1 用户设置存储	17
4.3.2 用户地理数据存储	20
4.4 定位模块	26

4.5 数据计算模块	27
4.6 本章小结	29
第五章 系统详细设计与实现	30
5.1 系统开发环境	30
5.2 主操作界面	30
5.3 海图显示	34
5.4 船位跟踪	36
5.5 船舶导航	38
5.5.1 航线功能.....	38
5.5.2 航线导航.....	41
5.6 航迹记录	43
5.7 位置标注	46
5.8 报警功能	49
5.9 卫星信号界面	53
5.10 本章小结	55
第六章 系统测试	56
6.1 测试环境	56
6.2 测试方法	56
6.3 测试过程及结果	56
6.4 本章小结	60
第七章 总结与展望	61
7.1 总结	61
7.2 展望	61
参考文献.....	62
致 谢	64

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Background and Significance	1
1.2 Overview of Domestic and Foreign	1
1.3 Main Content.....	2
1.4 Organizational Structure.....	2
Chapter 2 Related Technology Introduction.....	4
2.1 AndroidSystem	4
2.1.1 Introduction.....	4
2.1.2 Features	4
2.1.3 AndroidArchitecture	5
2.2 Ship Navigation System.....	7
2.3 Satellite Navigation System.....	8
2.3.1 GPSNavigation System.....	8
2.3.2 Beidou Satellite Navigation System	9
2.4 Summary.....	10
Chapter 3 System Requirements Analysis.....	11
3.1 System Introduction.....	11
3.2 Detailed Analysis of System Function Requirements	11
3.2.1 Sea Chart Display	11
3.2.2 Ship Trace	11
3.2.3 Ship Navigation	11
3.2.4 Track Record.....	11
3.2.5 Mark Location.....	12
3.2.6 Alert.....	12
3.3 Summary.....	12
Chapter4 System Design	13
4.1 Overview	13
4.2 Sea Chart Module	14
4.2.1 Map Data.....	14
4.2.2 Display Map.....	15
4.3 Position Fixing Module.....	17
4.4 Storage Module	17
4.4.1 User Preference Storage.....	20
4.4.2 User Space Data Storage.....	26
4.5 Data Compute Module	27
4.6 Summary.....	29
Chapter 5 Detailed Design and Implementation.....	30

5.1 System Development Environment	30
5.2 Main Operation Interface	30
5.3 Chart Display	34
5.4 Ship Trace	36
5.5 Ship Navigation	38
5.5.1 Route Function.....	38
5.5.2 Route Navigation	41
5.6 Track Record	43
5.7 Location Mark.....	46
5.8 Alert Function.....	49
5.9 Satellite Signal View.....	53
5.10 Summary	55
Chapter 6 System Test	56
6.1 Test Environment	56
6.2 Test Method	56
6.3 Test Process and Result	56
6.4 Summary.....	60
Chapter 7 Conclusions.....	61
7.1 Summary.....	61
7.2 Outlook.....	61
Reference.....	62
Acknowledgements	64

第一章 绪 论

1.1 研究背景和意义

近几年，国内船舶电子行业发展迅速，相继出现多个自主品牌的船舶导航设备。原来在国内流行的美国、日本、韩国等进口 GPS 导航设备，逐渐被国产自主品牌所替代。GPS 船舶导航设备的价格也逐步降低，不仅大商船、货船安装了 GPS 导航设备，各种渔船也逐步安装了 GPS 导航设备。GPS 船舶导航设备的发展也呈现多功能化，集成 AIS 功能的一体机、整合渔探功能的设备、带网络监控功能的设备相继出现。但目前 GPS 船舶导航设备外观普遍笨重，操作基本上都采用键盘，少数高级设备采用滚球，而且基于移动设备的船舶导航应用软件也很少。本文所论述的船舶导航系统，可以在手机上运行，不但可以为用户带来触控操作的新体验，还可在专用导航设备之外多一种参考。

Android 是 2008 年由 Google 公司正式发布的手机操作系统，它凭借着丰富的功能、丰富的应用程序、开源社区作后盾、各大芯片厂家支持、各大小手机公司的支持，短短几年发展就成为目前为止全球第一大智能手机操作系统。2013 年 5 月，Android 在中国的占有率有 71.5%，超过其主要竞争对手苹果公司约 50%。世界占有率亦有近 70%^[1]。

1.2 国内外研究现状

在以信息技术为代表的高新技术的带动下，世界船舶科技迅猛发展。船舶工业成为高新技术应用的重要领域，船舶技术发展呈现出前所未有的活力，现代造船技术从模式到工艺都发生了质的变化。纵观全球，造船业为了争夺市场，抢占船舶科技制高点，世界主要造船国家纷纷加大科技创新力度，各种大型综合性船舶科研计划相继出台，船舶产品的发展获得了许多重大进步。无论在新船型的开发，老船型的优化，还是在船舶性能改进提高等方面，发展速度都达到了前所未有的程度，船舶产品的发展已进入一个新的阶段^[2]。

目前，最先进的全球定位系统(GPS)可在全球范围内全天候为海上、陆上、空

中和空间用户提供连续的、高精度的三维定位、速度和时间信息，GPS 的使用逐步淘汰了 DF、LORAN、DECCA、Ω 等无线电导航仪器，使船舶、飞机和汽车等运载工具的导航与定位发生了划时代的变革。

电子海图显示与信息系统在近十几年研发成功并不断完善。该系统不但能很好地提供纸质印刷海图的有效信息，而且取代了传统的手工海图作业，综合了 GPS、APPA、AIS 等各种现代化的导航设备所获得的信息，成为一种集成式的航海信息系统^[2]。

随着计算机技术和互联网技术的发展，航海通告潮汐表、灯标表等出现了电子版和网络版。海员可购买光盘或在网上查询与下载。这有利于航海图书资料中内容的迅速更新，避免了海员对纸质图书资料的手工更正，使用也更加方便。

目前最为普及的两大手机操作系统为 Android 和 iOS 系统。在 iOS 系统上，国外有很少的几款船舶导航应用软件，如 iNavX、Plan2Nav。iNavX 是一款可以运行于 iPhone 和 iPad 上的，基于栅格海图的导航软件；Plan2Nav 是运行于 iPhone 和 iPad 的基于 Jeppesen 公司 CMAP 矢量格式海图的导航软件。在这两大流行的手机操作系统上，国内成熟的作品还不多见。

1.3 论文主要研究内容

本文的主要研究内容是，针对船舶导航系统的需求，结合 Android 系统的特点在 Android 智能手机上实现船舶导航系统的基本功能。本文的重点在于如何利用 Android 系统提供的资源，简化系统的设计，注重研究以下几个方面：利用 Android 的位置服务提供船舶定位和位置计算功能；利用 Android 的用户配置框架实现用户设置的存取及界面的实现；利用 Android 的应用程序框架，实现各个用户操作界面。

1.4 论文结构安排

本文以 Android 手机上运行的船舶导航系统为研究对象，详细描述了船舶导航系统的需求分析、系统总体设计、系统各个核心功能的设计与实现。论文的结构安排如下：

第一章， 绪论。讲述本课题的研究背景和意义、国内外发展概况、论文的研究目标和主要研究内容。

第二章， 相关技术分析。介绍和本课题相关的 **Android** 系统和主要卫星导航系统。

第三章， 系统需求分析。对船舶导航系统进行需求分析，包括系统概述和详细的系统需求分析。

第四章， 系统总体设计。对基于 **Android** 的船舶导航系统进行总体设计，将系统分为海图、定位、数据存储、数据计算四大功能模块进行详细设计。

第五章， 系统详细设计与实现。叙述基于 **Android** 的船舶导航系统的详细设计与实现，包括主操作界面、船位跟踪、标记点功能、航线功能、航迹功能、卫星信号界面、报警功能。

第六章， 系统测试。针对本文论述的系统，描述了测试方法、测试环境和测试过程和结果。

第七章， 总结与展望。对设计与实现基于 **Android** 的船舶导航系统进行总结，并对其未来发展方向进行展望。

第二章 相关技术介绍

2.1 Android 系统

2.1.1 简介

Android 是由 Google 公司和开放手机联盟领导及开发的，基于 Linux 平台的开源嵌入式操作系统^[3]。Android 最早用于手机，3.x 版本应用于大屏幕平板电脑，4.x 版本开始同时支持手机和平板电脑，如今 Android 已逐渐扩展到其它领域上，电视、数码相机、游戏机都已用上 Android 操作系统。

2.1.2 特点

Android 平台大量使用了开源社区的成果，并针对移动设备进行了一系列地优化。它不仅仅是一个操作系统，更是一个开源的体系结构^[4]。Android 平台的特点主要有：

1. 应用程序框架：用于开发可重用、可替代的组件。
2. Dalvik 虚拟机：Dalvik 是 Google 专门为 Android 设计 Java 虚拟机，是 Android 平台的核心组成部分。Dalvik 特别为移动设备做了优化，适合内存和处理器速度有限的硬件系统。同时每一个 Dalvik 应用是作为独立的 Linux 进程运行，可防止虚拟机崩溃的时候所有程序都被关闭。
3. 集成了网页浏览器：Android 集成了基于 Webkit 的网页浏览器。Webkit 是开源浏览器排版引擎。Android 集成的网页浏览器其浏览速度快、性能好。
4. 优化过的图形系统：Android 采用了 Skia 作为 2D 图形系统的引擎，采用 OpenGL ES 作为 3D 图形引擎。Skia 是一款强大 2D 矢量图形引擎，提供了丰富的图形处理函数，并且有着高效的表现。OpenGL ES (OpenGL for Embedded Systems) 是 OpenGL 三维图形 API 的子集，是专门针对手机、PDA 和游戏主机等嵌入式设备而设计的
5. 提供数据库支持：Android 系统提供了 SQLite 数据库操作的支持。SQLite 是一款轻型数据库，具有处理数据快、占用资源少的特点，普遍用于嵌

入式设备。

6. 提供丰富的媒体支持：Android 支持了各种流行的音频、视频和图像文件格式，如 MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG, PNG, GIF。
7. 支持 GSM 通信技术
8. 支持主流的无线通信方式：Android 支持蓝牙、Edge、3G、Wi-Fi、NFC 等无线通信方式。
9. 丰富的硬件支持：Android 支持相机、GPS、电子罗盘、重力感应等主流智能手机配置。
10. 提供丰富的开发环境：Google 为 Android 软件开发提供了一系列开发工具，包括设备模拟器、调试工具、内存和性能检测工具、Eclipse 集成开发环境插件^[5]。

2.1.3 Android 软件架构

图 2-1^[5]显示了 Android 操作系统的主要构成：

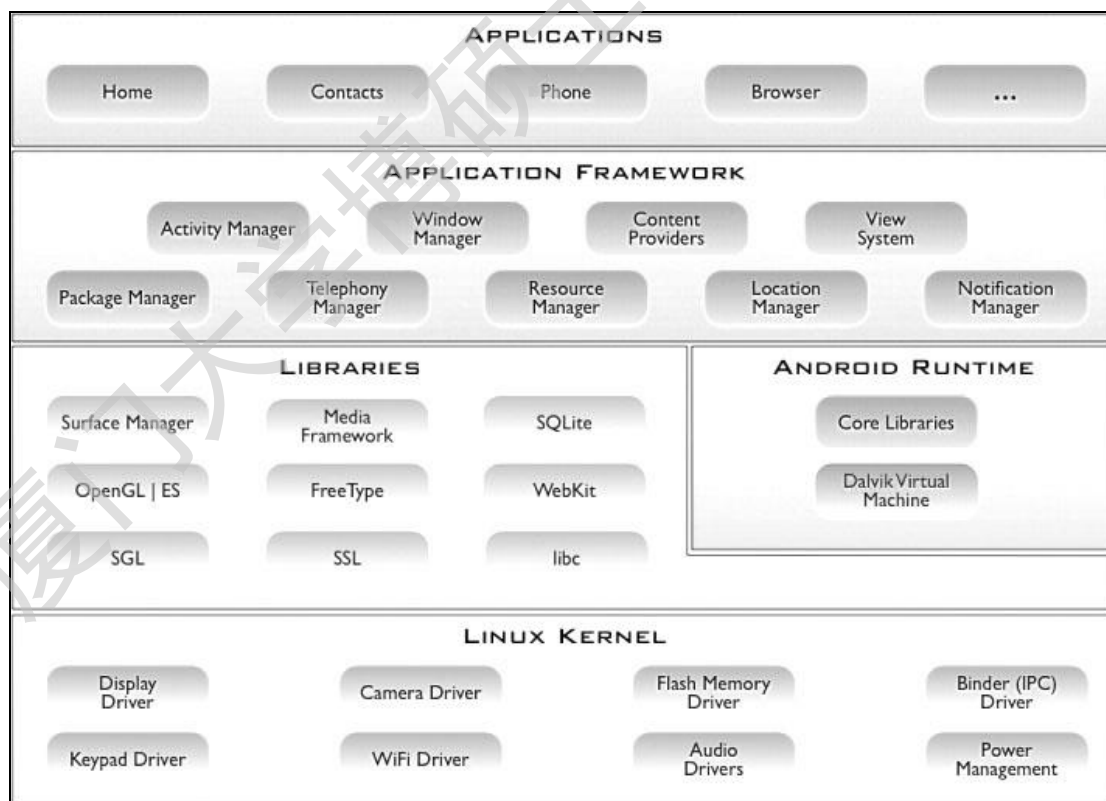


图 2-1 Android 系统框架

图 2-1 按用户交互、硬件访问、程序调用顺序将 Android 分为四个层次。最顶层为应用程序层，和用户操作的关系最直接，下一层是应用程序框架层，随后

是系统运行库/运行时，和 Linux 内核^[5]。

在应用程序层中，Android 提供了一系列核心应用程序，包括 E-mail 客户端、短信服务程序、日历、地图、网页浏览器、电话本等。所有这些程序均由 Java 语言编写^[6]。

Android 提供的应用程序框架，为的是简化组件功能的利用；任何应用程序都可以公开它的功能提供其它应用程序使用，并且用户可以选择替换相同功能的应用程序。所有应用程序的基础，是一系列服务和系统，其中包括：

1. 一系列可扩展的视图类 **View**：这些视图类可以用于构建丰富的应用程序，包含列表、网格、文本框、按钮，甚至可以在程序中嵌入网页浏览器。
2. **Content Provider**（内容提供者）：**Content Provider** 使应用程序可以访问其它应用程序的数据，如电话簿，并共享应用程序自己的数据。
3. **Resource Manager**（资源管理器）：**Resource Manager** 用于提供非代码的资源访问，如本地化字符串、图形、布局文件。
4. **Notification Manager**（通知管理器）：**Notification Manager** 允许应用程序将自己定义的提醒信息显示在状态栏上。
5. **Activity Manager**（活动管理器）：**Activity Manager** 用于管理应用程序的生命周期，并提供一个通用的导航回退堆栈。

Android 包含了一系列 C/C++库，这些库被 Android 系统的各种功能组件调用。这些 C/C++库的功能通过上面所述的应用程序框架提供给开发者调用。以下是其中的几个核心库^[7]：

1. **系统 C 库**：Android 提供了专门针对嵌入式 Linux 系统优化的 C 库，bionic。
2. **多媒体库**：Android 提供了多媒体库 **OpenCORE**，该库提供了各种流行音频、视频、静态图像格式的播放和录制，其中包含 **MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG, 和 PNG**。
3. **Surface Manager**：用于管理来自多个应用程序对显示子系统的访问，并对 2D 和 3D 图层进行无缝的组合。
4. **LibWebCore**：该库是一个先进的 Web 浏览器引擎，为 Android 的浏览

器和嵌入式 Web 视图提供支持。

5. **SGL**: 即 Skia 图形库, 是 Android 底层的 2D 图形引擎。
6. **FreeType**: 该库提供了位图格式和矢量格式字体的渲染。
7. **SQLite**: 该库为应用程序提供了功能强大且占用资源少的关系数据库访问。

所有的 Android 应用程序是运行在基于 Dalvik 虚拟机的独立进程中。Dalvik 被设计成可以在设备上高效运行多个 Java 虚拟机。Dalvik 虚拟机运行的 Dalvik 可执行文件 (.dex 扩展名), 是专门针对小内存系统做优化的。Dalvik 虚拟机是基于寄存器设计的, 它运行的类由 Java 编译器编译, 再用工具“dx”转换为 .dex 格式^[8]。

Dalvik 虚拟机的一些底层功能依赖于 Linux 内核, 如线程管理和内存管理。

Android 系统的核心系统服务依赖于 Linux 内核。这些核心系统服务包含安全管理、内存管理、进程管理, 网络协议堆栈和驱动模型。Linux 内核在 Android 系统中也扮演了硬件和其它软件栈之间的抽象层的角色^[5]。

Android 平台上的软件主要用 Java 语言开发, 并支持用 JNI 的方式调用本地 C/C++ 程序^[9]。Android 平台上有着丰富的类库, 这些类库大量采用经典的软件设计模式设计, 硬件资源可以很方便地通过这些类库访问(如 GPS 定位信息可通过 LocationManager 访问)。采用 Android 平台开发, 可以有效降低开发难度, 增强软件的稳定性, 扩展性。本章主要简单介绍 Android 系统、Android 软件开发及调试环境的搭建以及 Android NDK 开发环境的搭建。

2.2 船舶导航系统

导航的概念源于航海事业, 古人常用天文导航、地磁导航指引船舶的行驶。100 多年前出现机械式船舶计程仪, 至后来陆续出现陀螺罗经、船载雷达等等。船舶导航已经走过了约一个世纪的漫长道路^[10]。

21 世纪, 各种船舶导航系统有的已经或者将要被淘汰 (LORAN-A、OMEGA); 有的被保留, 不断改进、发展 (陀螺罗经、计程仪、雷达等)。新出现并蓬勃发展的导航技术: 船载 GPS、电子海图显示与信息系统 ECDIS、船载自动识别系统

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 for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库