

苏州大学学位论文使用授权声明

本人完全了解苏州大学关于收集、保存和使用学位论文的规定，即：学位论文著作权归属苏州大学。本学位论文电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。苏州大学有权向国家图书馆、中国社科院文献信息情报中心、中国科学技术信息研究所（含万方数据电子出版社）、中国学术期刊（光盘版）电子杂志社送交本学位论文的复印件和电子文档，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存和汇编学位论文，可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索。

涉密论文

本学位论文属 _____ 在 _____ 年 _____ 月解密后适用本规定。

非涉密论文

论文作者签名： 周峰 日期： 2011.11.15

导师签名： 陈雷 日期： 2011.11.15

基于 Android 智能手机平台的 GPS 开发

中文摘要

GPS是全球定位系统(Global Positioning System)的缩写形式,它是一种基于卫星的定位系统,用于获得地理位置信息以及准确的通用协调时间。GPS进入民用之后,GPS终端产品成了当前GPS市场的主要内容。手机的蓬勃发展,以及它的移动、灵活等特点,与GPS的结合成了当前GPS市场的一个亮点。

Android是一种以Linux为基础的开放源码操作系统,主要使用于便携设备。Android操作系统最初由Andy Rubin开发,最初主要支持手机。2005年由Google收购注资,并拉拢多家制造商组成开放手机联盟开发改良,逐渐扩展到到平板电脑及其他领域上。2010年末数据显示,仅正式推出两年的操作系统的Android已经超越称霸十年的诺基亚Symbian系统,跃居全球最受欢迎的智能手机平台之一。

基于上述分析,本文通过对 Android 智能手机平台架构,对 GPS 的数据通信以及 NMEA 数据解析,AGPS 的 SUPL 协议,GPS 的数据通讯,以及对 Google 地图 API 进行分析和综合,在 Android 的智能手机平台上,集成了 GPS 的硬件模块,实现了 GPS 的数据通信,GPS 的数据解析,以及实现了 Google 地图的用户界面,对 GPS 数据通信层,以及网络编程应用,给出了整体解决方案,论述并构建了 Android 智能手机 GPS 软件所涉及的各项技术。

【关键词】: Android、全球定位系统、导航

作 者: 周 峰

指导教师: 陈 蕾

GPS development based on Android smart phone platform

Abstract

GPS is the abbreviation of global positioning system, it bases on the satellite positioning system, to gain the geography information rapidly and accurate general coordinating time. After applied on the human being, the GPS product has become to the main role in this market, With the rapidly development of mobile and itself character, mobile embedded with GPS application has become a great point. As the development of the technical on wireless mobile location service, the people has enjoyed in varies of LBS.

Android is open souce operation system based on linux , major at mobile device,android operation system was developed by andy rubin ,and major support mobile phone .it acquisition of capital injection by google at 2005 .and construct the alliance by many major manufactures ,and it have extended to many other area like tablet pc ,the end of 2010 data ,only two years of the formal launch of the android operating system to dominate the decade has surpassed Nokia's Symbian system, ranked the world's most popular smart phone platform.

Based on the above analysis, This article will take through the structure of android mobile, and mentioned the whole solution plan which based on the application platform, GPS data communication and NMEA data analysis, and web p.ogramming, finally imporving the shortage of previous product. It can be considered two part which is Realization on GPS of android smart phone and GPS technology, this article is discussing the customer technology and stating the different technologies referring GPS software on android smart phone.

【Keywords】: Android; GPS; Navigating

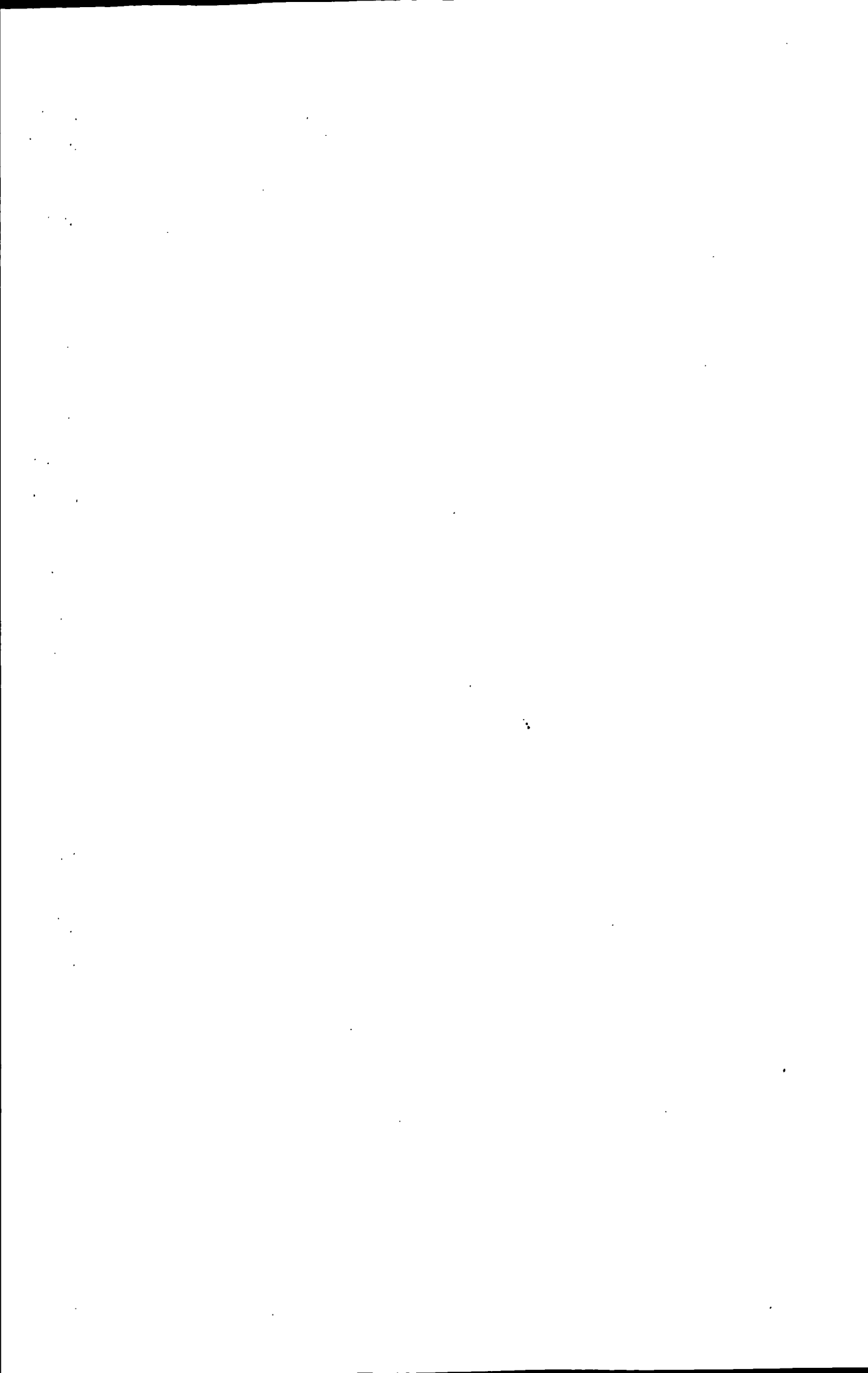
Written by Zhou Feng
Supervised by Chen Lei

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 引言	1
1.2 GPS 技术介绍	1
1.2.1 GPS 技术	1
1.2.2 手机 GPS 的发展状况	3
1.2.3 手机操作系统	4
1.3 本文的内容安排	8
第二章 Android 平台概述	9
2.1 Android 平台的特征	9
2.2 Android 平台系统架构	9
2.3 Android 应用程序的构建	11
2.3.1 Activity	11
2.3.2 Intent Receiver	12
2.3.3 Service	12
2.3.4 Content Provider	12
2.4 Android 应用程序开发环境	12
2.5 Android 类库	13
第三章 系统开发的理论与技术支持	15
3.1 GPS 绝对定位	15
3.2 GPS 接收模块数据传输协议	15
3.2.1 NMEA 0183 接口标准	16
3.2.2 GPS 的数据通信	19
3.3 大地坐标系和高斯投影	20
3.3.1 大地坐标系	20
3.3.2 高斯投影	21
3.4 Android 定位服务类库	22

3.4.1 位置类	22
3.4.2 定位管理类	23
3.4.3 位置提供者	24
3.4.4 定位监听类	24
3.4.5 位置数据标准类	26
3.5 GPS 处理器-SiRF StarIII 简介	26
3.6 GPS 方案选择	26
3.6.1 硬件 GPS 方案与软件 GPS 方案	26
3.6.2 GPS 的模块电路设计	27
第四章 基于 CMCC SUPL 协议的辅助 GPS	28
4.1 AGPS 的概念	28
4.2 AGPS 的工作原理	28
4.3 AGPS 定位基本机制	29
4.4 AGPS 定位基本流程	30
4.4.1 搜索卫星	30
4.4.2 计算位置	31
4.5 AGPS 定位优劣分析	31
4.6 AGPS 的实现	32
4.6.1. SUPL 协议	32
4.6.2 中国移动 AGPS 技术规范	34
第五章 GPS 通信设计	37
5.1 UART 技术背景	37
5.2 GPS 的数据算法及算法实现	38
5.3 GPS 在手机设计中的调试方法	38
5.4 工厂测试步骤以及数据需求	40
5.5 针对 GPS 手机工厂测试的主要技术参数	40
5.6 OQC 测试需求:	40
5.7 PQC 抽检:	40
5.8 设备需求:	41

第六章 Android GPS HAL	42
6.1 GPS HAL introduction:	42
6.2 GPS 的 HAL 实现:	44
第七章 Google 地图实现.....	48
7.1 Android 用户界面构建问题	48
7.2 GPS 的模拟	48
7.3 GoogleMaps APIKey 的获取	51
7.4 地址与地理坐标的转换	53
7.5 项目程序截图	55
第八章 总结与展望	57
8.1 总结	57
8.2 展望	57
参考文献	59
攻读学位期间公开发表的论文	61
致 谢	62



第一章 绪论

1.1 引言

随着移动通讯产业的发展,手机的生产和使用量有了大幅度的提高。如何进一步提升手机的应用价值、开发新的功能,已成为手机发展的热点。GPS技术具有广阔的应用前景,拓展手机GPS功能将成为未来几年移动程序开发的新趋势。当前,手机GPS已在个人导航定位方面发挥了巨大作用,除此以外,它在工程测量、设施搜索、定位监控、紧急援助等方面也有很大的发展空间。

Android是一款全新的智能手机操作系统,它开放性好、功能扩展性强,能很好地支持基于定位的应用程序开发。本文将GPS测量技术与先进的移动终端平台相结合,在一定程度上拓展了手机的GPS功能,而且Android平台开放性好、扩展性强的优点也为进一步丰富现有功能提供了空间。

1.2 GPS 技术介绍

1.2.1 GPS 技术

GPS即全球定位系统(Global Positioning System),是美国从20世纪70年代开始,历时20多年,耗资逾200亿美元建立起来的新一代卫星导航定位系统。

1. 系统的组成

整个GPS系统分为空间卫星星座、地面监控站和用户设备3个部分。GPS卫星星座由24颗工作卫星组成,其中3颗为备用卫星。工作卫星分布在6个等间隔的轨道面上,每个轨道面分布4颗。卫星轨道面相对地球赤道面的倾角为55°,各个轨道面之间的交角为60°。轨道高度约为20200km,卫星运行周期为11小时58分。GPS空间卫星星座的分布保障了在地球上任何点、任何时刻至少有4颗卫星被同时观测。3颗备用卫星可以在必要时代替发生故障的卫星,保障了GPS空间部分正常而高效的工作。

GPS卫星的基本功能包括:接收和存储由地面监控站发来的导航信息,接收并执行监控站的监控指令;通过内设的微处理机进行必要的数据处理;通过星载的高精度铯原子钟和铷原子钟提供精密的时间标准;向用户发送定位信息;在地面监控站的指令下,调整卫星的姿态和启用备用卫星。

地面控制部分由1个主控站, 5个全球监测站和3个地面控制站组成。5个监测站均配有精密的铯原子钟和能够连续测量到所有可见卫星的接受机。原子钟提供时间标准。接收机对GPS卫星进行连续观测, 以采集数据和监测卫星的工作状况。监测站在取得卫星观测数据, 并经过初步处理后, 将其传送到主控站。主控站从各监测站收集观测数据, 计算出卫星的轨道和时钟参数, 然后将结果送到3个地面控制站。地面控制站的主要任务是将主控站推算和编制的卫星星历、时钟差、导航电文和其它控制指令等注入到相应卫星的存储器。整个GPS地面控制部分, 除主控站外均无人值守, 各站之间通过现代化的通信网络相互联系。

用户设备通常称为GPS接收机, 它主要由接收机硬件、数据处理软件、微处理机及其终端设备组成。GPS接收机硬件一般包括主机、天线和电源, 是用户设备的核心部分, 主要功能是接收GPS卫星发射的信号, 以获得必要的导航和定位信息, 并经简单数据处理而实现实时导航和定位; GPS软件部分是指各种后处理软件包, 其主要作用是对观测数据进行精加工, 以便获得精密定位结果。根据不同的使用要求, GPS接收机一般可分为导航型、测量型和授时型三种。

2. GPS 卫星信号

GPS接收机接收到GPS卫星播发的信号, 经过相关处理就能测定由卫星到接收机的信号传播时延, 或测定卫星载波信号相位在传播路径上变化的周数, 解算出由接收机到卫星的距离(因含误差而被称为伪距), 从而确定GPS接收机的位置。

GPS卫星信号是GPS卫星向广大用户发送的用于导航定位的调制波, 它包含有: 载波信号(L₁和L₂)、测距码(C/A码和P码)和数据码(D码, 亦称基带信号)。所有这些信号都是由一个时钟基准信号产生出来的。L₁载波上调制有C/A码、P码和D码, L₂载波上调制有P码和D码。GPS卫星的测距码和数据码是采用调相技术调制到载波上的。其中, C/A码是用于粗测距和捕获GPS卫星信号的伪随机码。P码是卫星的精测码, 码速率为10.23MHz。D码是卫星以二进制码的形式发送给用户的导航定位数据, 又称为导航电文或数据码, 它是用户用来定位和导航的数据基础。

3. GPS的特点

GPS系统以高精度、全天候、高效率、多功能、操作简便、应用广泛等特点著称, GPS能连续为各类用户提供三维坐标及精确的时间信息, 定位观测时间比以往的任何—个卫星定位系统都要短。GPS测量点之间不要求相互通视, 只需上空开阔即可, 因

此完全可以根据工作需要来灵活选择测量点。随着GPS接收机不断改进,其体积越来越小,重量越来越轻,自动化程度越来越高,这极大减轻了测量工作者的劳动强度和工作难度。GPS测量工作,可以在任何地点、任何时间连续进行,一般不受天气状况的影响。

4. GPS的应用

GPS系统的建立,给导航和定位技术带来了巨大的变化,可以满足不同用户的需要。用GPS信号可以进行海、陆、空的导航,导弹制导,大地测量和工程的精密定位,时间传递和速度测量等。在测绘领域,GPS定位技术已用于建立高精度的大地测量控制网,以测定地球动态参数;建立陆地及海洋大地测量基准,进行高精度的海陆联测及海洋测绘监测地球板块运动和地壳形变;在工程测量方面,已成为建立城市与工程控制网的主要手段;在精密工程的变形监测方面,它也发挥着及其重要的作用;同时GPS定位技术也可用于测定航空航天摄影瞬间相机的位置,可在无地面控制或仅有少量地面控制点的情况下进行航测快速成图,引发了地理信息系统及全球环境遥感监测的技术革命。此外,GPS技术还被广泛应用于土地资源管理、地质调查、城乡规划、地形测量、地籍测量以及农林资源调查等方面。进入21世纪,GPS在各方面的应用都将加强和发展。在新世纪里,GPS的应用前景十分广阔。

1.2.2 手机GPS的发展状况

随着通信技术的发展,GPS系统将成为手机的标准配置,手机不仅仅只具有通信功能,还可以当作一个GPS定位系统。GPS技术从诞生之日起,怎样促进其大规模商用就一直是产业链中各厂商努力的焦点,而随着GPS手机的开拓应用,众厂商的焦点就开始随之转移。作为GPS手机,它的出现对于导航地图软件厂商而言,是一个不可忽视的大市场,同样对于手机厂商而言,不断开拓新需求、寻找更大潜力的细分市场也是重中之重。如今的手机增值市场,可供挖掘的空间已经不多,彩信、彩铃等业务都已经被广泛应用,而手机GPS如同雨后春笋一般迅速发展起来。

2011年,中国GPS手机市场获得长足发展。作为一个刚刚兴起的市场,GPS手机正以惊人的速度成长。随着用户需求的不断提升,技术的不断演进,手机作为方便快捷的移动载体正在不断融合更多的应用。GPS导航功能是继拍照、音乐之后有望再度引发新一轮手机更新换代热潮的创新功能,凭借功能实用性强、贴近用户需求等鲜明特

色, GPS手机正成为市场新宠。一方面, GPS手机产业成熟度正快速提升。另一方面, 带GPS功能的手机终端种类逐渐丰富, 终端瓶颈问题将得到缓解。手机发展的未来是多样化的, 低端通话功能的手机会继续生存, 同时具有更多功能的手机会很快发展。手机平台上的GPS应用将不断得到开拓。但就目前看来, 手机GPS功能主要还是应用在个人的定位、导航方面, 其它GPS应用的发展还是跟不上手机发展的整体步伐, 随着生产成本的降低、硬件功能的加强, 手机GPS将会有更为广阔的应用领域。

1.2.3 手机操作系统

手机操作系统一般只应用在高端智能化手机上。目前应用在手机上的操作系统主要有Symbian、Windows Mobile、Linux和Palm OS四种。而Google推出的Android, 作为一款全新的智能手机软件平台, 前景看好。Symbian OS(中文译音“塞班系统”)是一个实时性、多任务的纯32位操作系统, 具有功耗低、内存占用少等特点, 非常适合手机等移动设备使用, 经过不断完善, 可以支持GPRS、蓝牙及SyncML等技术。Symbian作为一款比较成熟的操作系统, 具有以下优点: 提供无线通信服务, 将计算机技术与电话技术相结合; 操作系统固化: 相对固定的硬件组成; 较低的研发成本; 强大的开放性; 低功耗, 高处理性能; 系统运行的安全、稳定性; 采用多线程运行模式; 拥有多种用户界面, 灵活, 简单, 易操作。但是, Symbian机型所采用的硬件配置较低, 且各类机型采用的处理器主频都不高, 在多媒体等方面的表现依然不尽如人意, 对主流的媒体格式支持性较差。Symbian OS分多个版本, 而各版本之间的兼容性较差, 每当新版本的Symbian OS发布并有产品面世时, 系统的兼容性便成了其发展的障碍, 相当一部分软件需要开发商改进后才能在新平台上使用。Symbian只提供给厂商一个内核, 很多细节功能需要厂商去添加, 这常会导致一些基本功能被忽略, 一些机型甚至连工作日、闹钟这类功能都需要第三方软件才能实现, 这无疑给不熟悉Symbian的用户带来了极大的不便。

1. Windows Mobile

Windows Mobile将用户熟悉的Windows桌面扩展到个人设备中, 它包括Pocket PC、Smartphone以及Media Centers。Windows Mobile主要面向个人移动电子消费市场。Windows Mobile提供的功能较多, Pocket PC、Smartphone和Media Centers三者实现的功能互有重叠也各有侧重, 它们都支持和台式机的数据同步。Smartphone提供的功

能侧重点在通信方面，它主要支持电话、电子邮件、联系人、即时消息等功能。与其它手机操作系统比较Windows Mobile具有如下优点：界面类似于台式机的Windows，便于熟悉电脑的人操作；预装软件丰富，内置Office Word、Excel、Power Point，内置Internet Explorer、Media Player；电脑同步非常便捷，完全兼容Outlook、Office Word、Excel等；多媒体功能强大，借助第三方软件可播放几乎任何主流格式的音视频文件；触摸式操作，可与iPhone相媲美；极为丰富的第三方软件，特别是词典，卫星导航软件均可运行。它的缺点是：对不熟悉电脑的人来说操作较为复杂；对硬件要求较高；体积略大，许多操作需借助触摸笔。

2. Linux

它是一个源代码开放的操作系统，目前已经有很多版本流行，但尚未得到较广泛的支持。Linux自从进军移动终端操作系统，就以其源代码开放的优势吸引了越来越多的终端厂商和运营商，包括摩托罗拉和三星等知名的厂商。Linux与其它操作系统相比是个后来者，但Linux具有两个其它操作系统无法比拟的优势。其一，Linux具有开放的源代码，能够大大降低成本。其二，既满足了手机制造商根据实际情况有针对性地开发自己的Linux手机操作系统的要求，又吸引了众多软件开发商对内容应用软件的开发，丰富了第三方应用。然而，Linux操作系统有其先天的不足：入门难度高、熟悉其开发环境的工程师少、集成开发环境较差；由于微软PC操作系统源代码的不公开，基于Linux的产品与PC的连接性较差；尽管目前从事Linux操作系统开发的公司数量较多，但真正具有很强开发实力的公司却很少，而且这些公司之间是相互独立的开发，很难实现更大的技术突破。

3. Palm OS

Palm OS是一种32位的嵌入式操作系统，主要运用于移动终端上。此系统最初由3Com公司的Palm Computing部开发，目前Palm Computing已经独立成一家公司。Palm OS与同步软件HotSync结合可以使移动终端与电脑上的信息实现同步，把台式机的功能扩展到了移动设备上。Palm OS操作系统由Palm公司自行开发，并授权Handspring、索尼和高通等设备厂家，这种操作系统更倾向于对PDA的支持。虽然Palm操作系统已经发展很久，但其许多功能都需要通过第三方软件协调实现，这种操作方式与Symbian和Linux相比，显然差了很多。Palm OS操作系统以简单著称，Palm OS以简单的图形界面来完成对信息的处理操作。而且Palm OS系统运行占用资源少，处理速度快。由

于系统内部结构简单,在软件存储和运行方面都只需要非常少的空间。但是因为 Palm OS 的设计过分地追求了低功耗和低硬件要求的理念,所以在如今智能手机飞速发展的市场看来已经显得格格不入。而且就目前来看,其支持中文的操作平台开发十分缓慢,也在一定程度上减缓了其在国内市场的发展。

4. Symbian

Symbian 由摩托罗拉、西门子、诺基亚等几家大型移动通讯设备商共同出资组建的一个合资公司,专门研发手机操作系统。

Symbian 操作系统在智能移动终端上拥有强大的应用程序以及通信能力,这都要归功于它有一个非常健全的核心—强大的对象导向系统、企业用标准通信传输协议以及完美的 sun java 语言。Symbian 认为无线通讯装置除了要提供声音沟通的功能外,同时也应具有其它种沟通方式,如触笔、键盘等。在硬件设计上,它可以提供许多不同风格的外型,像使用真实或虚拟的键盘,在软件功能上可以容纳许多功能,包括和他人互相分享信息、浏览网页、传输、接收电子信件、传真以及个人生活行程管理等。此外,Symbian 操作系统在扩展性方面为制造商预留了多种接口,而且 EPOC 操作系统还可以细分成三种类型: Pearl、Quartz、Crystal,分别对应普通手机、智能手机、Hand Hold PC 场合的应用。

Symbian 是一个实时性、多任务的纯 32 位操作系统,具有功耗低、内存占用少等特点,非常适合手机等移动设备使用,经过不断完善,可以支持 GPRS、蓝芽、SyncML、以及 3G 技术。最重要的是它是一个标准化的开放式平台,任何人都可以为支持 Symbian 的设备开发软件。与微软产品不同的是,Symbian 将移动设备的通用技术,也就是操作系统的内核,与图形用户界面技术分开,能很好的适应不同方式输入的平台,也可以使厂商可以为自己的产品制作更加友好的操作界面,符合个性化的潮流,这也是用户能见到不同样子的 symbian 系统的主要原因。现在为这个平台开发的 java 程序已经开始在互联网上盛行。用户可以通过安装这些软件,扩展手机功能。

5. iOS

2007年1月9日APPLE公司今推出了小巧、轻盈的手持设备iPhone,将创新的移动电话、可触摸宽屏iPod以及具有桌面级电子邮件、网页浏览、搜索和地图功能的突破性因特网通信设备这三种产品完美地融为一体。iPhone引入了基于大型多触点显示屏和领先性新软件的全新用户界面,让用户用手指即可控制iPhone。iPhone还开创了移

动设备软件尖端功能的新纪元,重新定义了移动电话的功能。

“iPhone是一款革命性的,不可思议的产品,比市场上的其他任何移动电话整整领先了五年,”苹果公司首席执行官史蒂夫·乔布斯说,“手指是我们与生俱来的终极定点设备,而iPhone利用它们创造了自鼠标以来最具创新意义的用户界面。”

iPhone是一款革命性的新型移动电话,用户只需点按某个姓名或号码就能拨打电话。iPhone能够从PC、Mac或因特网服务供应商(例如Yahoo)同步你的所有联系信息,让你始终拥有完整的最新联系信息列表。此外,你还可以针对最频繁拨打的电话建立一个喜欢的电话列表,把这些电话合并在一起召开电话会议。

6. Android

Google于2007年宣布推出一款全新的智能手机操作系统Android。它是首个真正开放和完整的移动软件平台。Android平台基于Linux内核,源码完全开放,具有很好的可移植性和完善的网络支持,能根据需要自由裁剪和定制,灵活度高。基于Android的应用程序开发拥有很大的自由度,其程序具有很好的扩展性。与Windows Mobile、Symbian等厂商不同,Android操作系统免费向开发人员提供,这样可节省近三成成本。Android平台的优势总结如下:

很好的开放性,允许任何厂商的加入,这个优势可以使其拥有更多的开发者,随着用户的增加和应用的日益丰富,Android平台也将很快走向成熟。摆脱了运营商的束缚,让手机更加贴近互联网,可移植性和软件兼容性俱佳,拓宽了软硬件的选择范围,还给第三方开发商提供了一个十分宽泛、自由的开发环境,有利于应用的拓展。与google应用无缝结合,充分利用网络资源。作为一款新型的移动平台,Android还有待进一步发展和完善,目前它正在从手机运营商、手机厂商、开发者和消费者那里获得大力支持。GPS领域大厂SirF公司宣布,他们已经收到了Google Android手机平台的SDK软件开发包,会立即开始Android手机GPS功能模块的开发。2008年9月,美国运营商T-Mobile USA在纽约正式发布第一款Google手机—T-Mobile G1。该款手机为宏达制造,是世界上第一部使用Android操作系统的手机,它支持WCDMA、HSPA网络,理论下载速率为7.2Mbps,并支持WiFi。Android平台具有很大的市场潜力,应用开发前景广阔。

1.3 本文的内容安排

本文内容的安排如下:

第一章为绪论,介绍了课题的研究背景、GPS 技术及手机 GPS 发展状况的介绍。

第二章主要介绍了 Android 的基本原理,包括 Android 平台的特征、系统架构、程序的构建以及 Android 应用程序的开发环境。

第三章提出系统开发的理论与技术支持,包括 GPS 接收模块数据传输协议、大地坐标系和高斯投影、Android 定位服务类库及 GPS 处理器 (SiRF STARIII) 的简介。

第四章是基于 CMCC SUPL 协议的辅助 GPS,主要介绍了 AGPS 的工作原理、AGPS 定位基本机制和基本流程以及 AGPS 的实现。

第五章介绍了 GPS 的通信设计,包括 GPS 的数据算法、GPS 串口通信数据结构及 GPS 在手机设计中的调试方法。

第六章介绍了 Android GPS HAL,主要讲解了 GPS 的 HAL 实现。

第七章主要介绍了 Google 地图的实现,主要包括 Android 用户界面的构建、GPS 的模拟及地址与地理坐标的转换。

第八章对全文的总结,对现有的问题进行了分析并对今后的工作进行了展望,提出了未来的工作方向。

第二章 Android 平台概述

Android是一款基于Linux内核的手机软件平台,它由操作系统、中间件和一些应用程序组成。

2.1 Android 平台的特征

应用程序框架:用于开发可重用和可替代的组件。**Dalvik虚拟机:**Android采用了针对移动设备优化过的Dalvik虚拟机。Dalvik虚拟机和标准Java虚拟机(JVM)相比具有更好的硬件兼容性。而且Dalvik是基于寄存器的,而JVM基于栈,Dalvik选择基于寄存器是因为这能更好地实现提前优化(ahead of-time optimization),缩短编译时间,从而提高程序的运行效率。

集成的浏览器:Android集成了基于Webkit引擎的网页浏览器。Webkit是一个开源浏览器排版引擎。**优化的图形系统:**Android提供了优化过的图形系统,该系统由一个自定义的2D图形库和一个遵循OpenGL ES 1.0标准(硬件加速)的3D图形库组成。使用SQLite来实现结构化数据的存储:SQLite是一款轻型的数据库,它的设计目标是基于嵌入式的,因此占用资源非常少。SQLite能够支持各款主流操作系统,同时能够跟很多程序语言相结合。SQLite虽然很小巧,但功能齐全,主要功能有:

1. 媒体支持功能:Android支持各种常规的音频、视频多媒体格式,如MPEG4、H.264、MP3、AAC、AMR、JPG、PNG、GIF、GSM电话(由硬件决定)。
2. 网络支持功能:支持蓝牙、GPRS、EDGE、3G和Wifi无线网络。
3. 硬件支持功能:支持相机、GPS全球定位系统、导航和感应加速器等各类硬件。
4. 开发环境强大:Android具有强大的开发环境,包含设备模拟器、各类工具、调试器、内存和性能分析工具,以及Eclipse集成开发环境插件等。

2.2 Android 平台系统架构

整个Android平台分为五部分,它们分别是:核心应用程序、应用程序框架和组件、C/C++函数库、Java运行环境、Linux内核。

1. 核心应用程序

Android附带了一些核心应用程序,包括E-mail客户端程序、短信程序、日历、

地图、浏览器和通讯录等。所有的Android应用程序都用Java语言进行开发。

2. 应用程序框架和组件

Android应用程序的开发是基于程序框架和组件的,开发人员拥有同核心应用程序一样的API访问权限。程序框架的设计实现了组件的重用,任何应用程序都可以分发自己的组件,也可以使用其它程序分发的组件。用户还可以根据需要替换相应的组件。应用程序之下是一套系统服务,它们包括:

(1) Views—Views组件:功能丰富,扩展性很强,通过它们可以创建列表,网格,文本框,按钮,甚至嵌入浏览器。

(2) Content Providers:用于实现不同应用之间的数据共享。

(3) ResourceManagers:用于实现对静态资源的访问,这些静态资源包括图像文件、本地字符和布局文件。

(4) Notification Manager:应用程序通过该机制在状态栏显示提醒信息。

(5) Activity Manager:用于管理应用程序的生命周期。

3. 库的功能通过Android应用程序框架提供给开发人员。下面是一些核心库:

(1) C/C++库:Android包含一套C/C++库,用于构建Android系统的各种组件。

(2) 系统C语言库:它是由BSD发起实现的标准C库,专门用于Linux嵌入式设备。

(3) 媒体库:该库支持各类音频格式、视频格式文件以及静态图片文件的播放、回放和录制,包括MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR、JPG和PNG等。外观管理器—用于管理不同应用对图形显示子系统以及2D、3D图形层的访问。

(4) 网络浏览引擎:它是一个先进的web浏览器引擎,用来构建Android浏览器和内嵌的web视图。

(5) SGL:隐藏的2D图形引擎。

(6) 3D图形库:该库用于3D图形加速或提供高优化的3D软件光栅器。

(7) FreeType:用于位图和向量模式字体的绘制。

(8) SQLite:一个强大的轻量级关系型数据库引擎,可用于所有的应用程序。

4. Java运行环境

Android包含了一整套核心库,为Java程序运行提供了功能支持。所有Android程序都有各自的进程,这些进程运行在Dalvik虚拟机上。Dalvik虚拟机将所有可执行文件转化为.dex格式,实现了内存优化。Dalvik虚拟机依赖于Linux内核提供的功能,

如内存管理、线程等。

5. Linux 内核

Android 依赖于 Linux 2.6 提供的系统服务，包括安全、内存管理、进程管理、网络栈和驱动模型等。Linux 内核作为硬件抽象层实现了软件和硬件之间的沟通。

2.3 Android 应用程序的构建

Android 应用程序有四个构建块，即：Activity、Intent Receiver、Service、Content Provider。Android 应用程序不一定同时包含这四个构建块，某些程序可能只用其中几个构建块组合。应用程序的构建块，都要在一个叫 AndroidManifest.xml 的项目配置文件中列出。这个配置文件用来定义应用程序的组件和各组件的功能。

2.3.1 Activity

Activity 是 Android 应用程序的一种基本构建块。大部分应用程序会同时包含多个 activity，每个 activity 通常都对应一个显示界面。activity 以类的方式实现，它继承于基类 Activity。activity 对应的显示界面内嵌一组 Views 控件，应用程序通过这些控件与用户进行交流。一个 activity 可以切换到新的 activity，也可以返回前一个 activity。Android 通过使用 Intent 类来实现 activity 的切换。Intent 类似于描述一个 activity 想要做什么事，它包含动作和与动作有关的数据。与 Intent 对应的类叫 IntentFilter，它用于描述一个 activity 能够实现哪些 Intent 请求。IntentFilter 需要在 AndroidManifest.xml 中定义，它从属于某个 activity。

如果当前的 activity 要切换到新的 activity，可以调用 startActivity(Intent, myIntent) 方法，执行该方法后，系统会查找应用程序中所有的 IntentFilter，并通过它找到目标 activity，新的 activity 接收到 myIntent 后开始运行。这种切换机制提供了两个好处：activity 能够通过发送 Intent 请求，方便地复用其他组件的功能；activity 能够在任何时候由另一个带有相同 IntentFilter 的 activity 来替换。还有一个与 startActivity 功能相似的方法 startActivityForResult(Intent intent, int, Resultcode)，也能实现 activity 之间的切换。startActivityResult() 方法通常用于带结果返回的 activity 切换，即通过切换到新的 activity 来完成某种操作，操作结束后再返回前一个 activity，并将操作结果告知给它。startActivityResult() 需和 onActivityResult() 联合使用，它们可以实现不同 activity 间的数据、服务共享。

2.3.2 Intent Receiver

如果要使应用程序能够响应外部的触发事件(如有电话呼入),就可为它定义一个 Intent Receiver。虽然Intent Receiver在有事件发生时,会通过Notification Manager告知用户,但它并不能生成一个对应的用户界面。Intent Receiver既可以在AndroidManifest.xml中注册,也可以直接在代码中使Context.registerReceiver()进行注册。当一个Intent Receiver被触发后,系统会通知相应的程序。应用程序可以通过Context.broadcastIntent()将它的Intent Receiver发送给其他应用程序。

2.3.3 Service

应用程序的Service可以不需要用户直接参与而长时间运行。典型的例子就是音乐播放器。在一个音乐播放器程序中有多个activity,它们分别实现了歌曲的选择和播放等功能。然而,音乐重放这个功能并没有对应的activity,它通过Service来实现。音乐播放器程序使用Context.startService()来启动一个service,它可以在后台保持音乐的不断播放。应用程序可以通过Context.bindService()方法连接到一个service。当service启动后,还可以借助service提供的接口与它进行通信。

2.3.4 Content Provider

Android应用程序可以使用文件、SQL数据库等各种存储系统来保存数据。但是,若想实现不同应用之间的数据共享,就需要用到Content Provider,其提供了一套标准的访问接口,以方便其他应用程序对数据进行访问、操作。

2.4 Android 应用程序开发环境

Android通常选用Eclipse作为应用程序开发环境。Eclipse是一个基于Java的整合型可扩展开发平台,它附带了一个标准的插件集,包括Java开发工具(JDT)。Eclipse还包括插件开发环境(PDE),这个组件主要针对希望扩展Eclipse的软件开发人员,因为它允许他们构建与Eclipse环境无缝集成的工具。Eclipse是一个开放源码的软件开发项目,专注于为高度集成的工具开发提供一个全功能的、具有商业品质的平台。它由Eclipse项目、Eclipse工具项目和Eclipse技术项目三个项目组成。运行Eclipse前,必须先安装JRE并配置环境变量。在Eclipse中进行Android应用程序开发,需要安装Android开发工具插件。

插件安装步骤为:在Eclipse的菜单栏中依次选择Help>Software Updates>Find

and Install, 弹出对话框后选择 Search for new features to install 并点击 Next, 然后选择 New Remote Site, 在结果对话框中为远端站点命名(如 ADT), 并在 URL 栏中输入 <https://dl.ssl.google.com/android/eclipse/>, 点击 Ok, 随后插件的网址被添加到搜寻列表中, 点击 Finish 后 Eclipse 开始搜寻插件, 搜寻结束后, 在搜索结果对话框中选择 ADT>Eclipse Integration>Android Development Tools, 单击 Next, 并接受协议, 再依次点击 Next Finish: 最后, 选择 Install All 开始安装, 安装完成后重启 Eclipse。

结束了 Android 开发工具插件的安装, 还要设定 Android SDK 路径参数, 设定过程如下: 在 Eclipse 中选择 Window>Preferences 打开参数设置面板, 选择 Android 选项; 在 SDK 路径一栏中填入 Android SDK 的解压路径, 单击 Apply 和 Ok, 完成参数设置。至此就完成了 Android 应用程序开发环境的搭建。

2.5 Android 类库

Android 为开发者提供了丰富的类库:

1. android.app: 封装了 Android 应用程序全局模型的高级类。
2. android.content: 包含用于设备访问和发布数据的类。
3. android.database.sqlite: 包含了 SQLite 数据库管理类, 应用程序可以利用这些类来管理私有数据库。
4. android.graphics: 提供了各种绘图工具, 包括画布、颜色过滤器、点和矩形等。
5. android.graphics.drawable: 提供了用于管理多种可视界面元素的类。
6. android.hardware: 提供对硬件设备的支持。
7. android.media: 提供对多媒体应用的支持。
8. android.net: 用于网络连接的类。
9. android.os: 提供设备上基础性的操作系统服务, 实现信息传递和进程间通信。
10. android.provider: 提供用于访问 Android 支持的内容提供源的类。
11. android.speech.recognition: 提供用于语音识别的类。
12. android.telephony: 提供了用于拨打、接收以及监听电话和电话状态的工具。
13. android.telephony.gsm: 提供了用于从 GSM 电话上控制或读取数据的类。
14. android.text: 提供了用于在屏幕上绘制或跟踪文本和文本跨度的类。

15. `android.text.method`:提供了用于监听或修改键盘输入的类。
16. `android.text.style`:提供了用于预览或修改视图对象中文本跨度形式的类。
17. `android.view`:提供了用于处理屏幕布局 and 实现用户界面的类。
18. `android.view.animations`:提供了控制显示界面中动画效果的类。
19. `android.webkit`:提供了浏览网页的工具。
20. `android.widget`:提供标准用户界面元素, 如列表、按钮, 布局管理器等。

进行Android应用程序开发时,除了可以得到以上Android类库的支持,还能使用一些通用的Java类库,比如`java.io`、`java.lang`、`java.math`等。

第三章 系统开发的理论与技术支持

3.1 GPS 绝对定位

绝对定位是以地球质心为参考点,确定接收机天线在大地坐标系中的绝对位置。由于定位作业仅需一台接收机工作,因此又称为单点定位。单点定位适用于车辆、船只、飞机的导航、土地勘测、工程定位及农林资源调查等。利用GPS进行绝对定位的基本原理是:以GPS卫星和用户接收机天线之间的距离观测量为基准,根据已知的卫星瞬时坐标,来确定用户接收机对应的位置。

GPS绝对定位,根据用户接收机所处的状态不同,又可分为动态绝对定位和静态绝对定位。当用户接收机安置在运动的载体上,确定载体瞬时绝对位置的定位方法,称为动态绝对定位。动态绝对定位,一般只能得到没有多余观测量的实时解,因此定位精度不高。这种定位方法被广泛应用于飞机、船舶以及陆地车辆等运动载体的导航中。另外,在航空物探、卫星遥感和农林资源调查等领域也有广泛的应用。

当接收机处于静止状态时,来确定观测点绝对坐标的方法,称为静态绝对定位。这时,由于可以连续地测定卫星至观测站的伪距,所以可获得充分的多余观测量,这有利于提高定位的精度。静态绝对定位方法主要用于大地测量、工程测绘等领域,以精确测定观测点在大地坐标系中的绝对坐标。

目前,无论是动态绝对定位还是静态绝对定位,所依据的观测量都是所测卫星与观测站的伪距,所以通常也称为伪距定位法。

绝对定位模式只需一台接收机既可实现独立定位,外业观测的组织及实施较为方便,数据处理也较为简单,此种定位模式被许多GPS设备所选用。

3.2 GPS 接收模块数据传输协议

GPS模块接收到卫星信号并成功解算出经纬度等位置信息后,需要传送给主机进一步处理和计算,为了确保数据的有效传输,必须制定相应的标准或协议。目前,有国际标准的NMEA协议和各GPS接收机芯片、模块厂家自己定义。NMEA是“National Marine Electronics Association”(国际海洋电子协会)制定的一套GPS接收机数据输出标准,该标准有几种不同的格式,每种都是独立相关的ASCII格式,数据流的各

字段间用逗号隔开，数据流长度从30到100字符不等，通常以秒为间隔选择输出，具体的数据格式包括下列几种：

GGA:<GPS定位数据时间，经度，纬度，所用到的卫星数，高度>

GLL:<经度，纬度，时间，卫星运行状态>

GSA:<GNSS DOP，活动卫星编号，测量模式(二维或三维)>

GSV:<观察到的GNSS卫星数量及其编号，位置，信噪比>

RMC:<时间，经度，纬度，高度，系统状态，速度，线路，日期>

ZDA:<时间，日期>

Android平台支持NMEA协议下的所有数据格式，具体选用哪种格式，可以根据应用的需要，通过GPS模块自带的软件进行设定。

3.2.1 NMEA 0183 接口标准

NEMA0183接口标准为4800波特率的串行数据总线定义了电子信号需求，数据传输协议和时间，以及特定语句格式。它主要用于GPS接收器和其它设备(如智能手机)之间的数据传输。本文讨论的为1997年1月1日由美国国家海洋电子协会(National Marine Electronical Association, or NMEA)公布的2.20版本。

1. NMEA0183输出消息格式

表3-1 NMEA0183输出消息格式

NMEA记录	描述
GGA	GPS定位信息(Global positioning system fixed data)
GLL	经纬度定位信息 (Geographfic position-latitude/longitude)
GSA	当前卫星信息 (GNSS DOP and active satellites)
GSV	可见卫星信息 (GNSS satellites in view)
RMC	推荐定位信息 (Recommended minimum specific GNSS data)
VTG	地面速度信息 (Couse over gfound and ground speed)

NEMA0183接口标准定义GPS接收器输出给其它设备的消息格式，一共分为6种，见表3-1，为实现较基本的导航功能，一般只需要用至RMC和GGA两种输出消息即可。本文将只介绍这两种消息的格式。

2. RMC

应用程序(如手机导航程序)向GPS接收器请求RMC信息，GPS接收机输出该信息给

应用程序。一条典型的RMC消息如下(详细解释请参考表3-2):

\$GPRMC, 161229.487, A, 3727.2475, N, 12158.3416, W, 0.13, 309.62, 120598,

表3-2 RMC输出消息格式

名称	示例	单位	说明
Message ID	\$ GPRMC		RMC protocol header
UTC Position	161229.487		Hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V data not valid
Latitude	3727.2475		ddmm.mmmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		Dddmm.mmmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Speed Over Ground	0.13	knots	
Course Over Ground	309.62	degrees	
Data	120598		ddmmyy
Magnetic Variation		degrees	E=east or W=west
Checksum	*10		
<CR><LF>			End of message termination

3. GGA

应用程序(如手机导航程序)向GPS接收器请求GGA信息, GPS接收机输出该信息给应用程序。一条典型的GGA消息如下, 详细解释参考表3-3。

\$GPGGA, 161229.487, 3723.2475, N, 12158.3416, W, 1, 07, 1.0, 9.0, M,, , ,

表 3-3 GGA 输出消息格式

名称	示例	单位	说明
Message ID	\$GPGGA		GGA protocol header
UTC Position	161229.487		hhmmss.sss
Latitude	3727.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		Dddmm.mmmm
E/W Indicator	w		E=east or W=west
Position fix indicator	1		参见表 3-4
Satellites used	07		Range() to 12
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude	9.0	meters	
Units	M	meters	
Geoid Separation		meters	
Units	M	meters	
Age of Diff.Corr.		second	Null field when DGPS is not used
Dif.Ref.Station ID			
Checksum	*18		
<CR><LF>			End of message termination

表 3-4 Position fix indicator 值

值	描述
0	GPS 点不存在或无效
1	GPS SPS Mode,fix valid
2	Diferential GPS,SPS Mode ,fix valid
3	GPS PPS Mode,fix valid

4. NMEA0183输入消息格式

NEMA0183接口标准定义了GPS接收器接收由其它设备输入的命令格式,限于篇幅,本文仅讨论其中最重要的查询/速率控制消息。格式:

\$PSRF103, 00, 01, 00, 01和25具体解释见表3-5。

表3-5 查询 / 速率控制输入消息格式

名称	示例	单位	说明
Message ID	\$PSRF103		PSRF103 protocol header
Msg	00		参见表 3-6
Mode	01		0=SetRate 1=Query
Rate	00	seconds	Output-off=0 max=255
CKsumEnabLe	01		0=Disable Checksum 1= Enable Checksum
Checksum	*25		E=east or W=west
<CR><LF>			End of message termination

表 3-6 受控输出消息类型

值	说明
0	GGA
2	GLL
3	GSA
4	
5	
6	

手持设备既可以启动NGPS接收器查询GPS信息，也可以启动事件模式，即设置GPS读取GPS点的频率，读到后以事件方式通知手持设备。后者避免了主动轮询带来的开销，效率较高。

3.2.2 GPS 的数据通信

GPS 的数据通信的数据格式，所有 Sirf 方案的 GPS 的模组遵循 NMEA0183 的标准，其基本数据的定义格式见表 3-7

表 3-7 NMEA 的基本数据的定义格式

Option	Description
GGA	Time, position and fix type data.
GLL	Latitude, longitude, UTC time of position fix and status.
GSA	GPS receiver operating mode, satellites used in the position solution, and DOP values.
GSV	The number of GPS satellites in view satellite ID numbers, elevation, azimuth, and SNR values.
MSS	Signal-to-noise ratio, signal strength, frequency, and bit rate from a radio-beacon receiver.
RMC	Time, date, position, course and speed data.
VTG	Course and speed information relative to the ground.
ZDA	PPS timing message (synchronized to PPS).
150	OK to send message.

3.3 大地坐标系和高斯投影

3.3.1 大地坐标系

坐标系统是描述卫星运动、处理观测数据和表达定位结果的数理参照基准，了解和掌握一些坐标系的基本知识，对 GPS 应用开发非常重要。大地坐标是在大地测量中常用的坐标系，它是通过一个辅助面（地球椭球面）来定，如图 3-1。

在大地坐标系中，任意地面点 P 的坐标为（纬度 B，经度 L，高度 H）。该坐标系的具体定义为：地球椭球的中心与地球质心重合，椭球的短半轴 b 与地球自转轴重合，椭球的起始子午面与格林尼治起始子午面重合。空间点的大地经度 L 为过该点的椭球子午面与格林尼治起始子午面的夹角；大地纬度 B 为过该点的椭球法线与椭球赤道面的夹角；大地高度 H 为该点沿椭球法线方向至椭球面的距离^[5]。

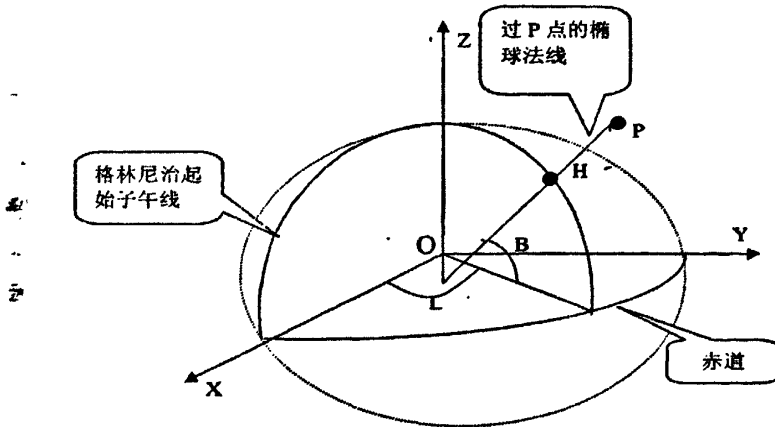


图 3-1 大地坐标系

3.3.2 高斯投影

为了满足某些大地测量和控制的需要，一般应将椭球面上各点的大地坐标按一定的规律投影到平面上，并以相应的平面直角坐标表示。目前世界各国常采用的是高斯投影。

“高斯投影”是高斯·克吕格(Gauss. Kruger)投影的简称，又名“等角横切圆柱投影”是地球椭球面和平面间正形投影的一种。该投影将所在投影带的中央经线投影为直线，且保持长度不变，将赤道也投影为直线，以此来确定函数的形式，建立投影模型。投影后，除中央经线和赤道为直线外，其他经线均为对称于中央经线的曲线。设想用一个椭圆柱横切于椭球面上投影带的中央经线，按上述投影条件，将中央经线两侧一定经差范围内的椭球面正形投影于椭圆柱面，然后将椭圆柱面沿过南北极的母线剪开展平，即为高斯投影平面。取中央经线与赤道交点的投影为原点，中央经线的投影为纵坐标，赤道的投影为横坐标，最终构成高斯克吕格平面直角坐标系。高斯投影在长度和面积上变形很小，中央经线无变形，自中央经线向投影带边缘，变形逐渐增加，变形最大之处在投影带内赤道的两端。

由已知的参考大地坐标系中点的大地纬度和大地经度(B, L)，求相应的高斯投影直角坐标(x, y)的公式，称为高斯投影正算公式。设参考椭球的长半轴为 a ，第一偏心率为 e ，则高斯投影正算公式为：

$$\begin{aligned}
 x &= X_0^B + \frac{1}{2} N m_0^2 + \frac{1}{24} (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4) N m_0^4 + \frac{1}{720} (61 - 58t^2 + t^4) N m_0^6 \\
 y &= N m_0 + \frac{1}{6} (1 - t^2 + \eta^2) N m_0^3 + \frac{1}{120} (5 - 18t^2 + t^4 + 14\eta^2 - 58\eta^2 t^2) N m_0^5 \\
 x_e^b &= C_0 B - \cos B (C_1 \sin B + C_2 \sin^2 B + C_3 \sin^5 B) \\
 t &= \tan B \\
 l &= L - L_0 \\
 m_0 &= l \cos B \\
 N &= \frac{e}{\sqrt{1 - C^2 \sin^2 B}} \\
 \eta^2 &= \frac{e^2}{1 - e^2} \cos^2 B
 \end{aligned} \tag{式 3-1}$$

式中 L 、 B 为转换前的经纬度坐标； X 、 Y 为转换后的高斯坐标； L_0 为投影带的中央经线坐标； C_0 、 C_1 、 C_2 、 C_3 为与点位无关而只与椭球参数有关的常数。

3.4 Android 定位服务类库

Android 平台提供了一个专门的位置功能类库 `android.location` 来支持基于定位服务的应用程序开发。`android.location` 包含了一套与定位相关的类，它们分别是位置类 `Location`、定位管理类 `LocationManager`、位置提供者 `LocationProvider`、定位监听类 `LocationListener`、位置数据标准类 `Criteria`，如图 3-2。

3.4.1 位置类

位置类 `Location` 用来代表程序中使用的某个位置，该位置包含经度、纬度、标准时间、高度、测量速度、方位角等内容。

经纬度是最常用的位置参数，`Location` 中的经纬度有三种常规格式：度小数格式 (`[+-]DDD.DDDDD`)、度分格式 (`[+-]DDD:MM.MMMMM`)、度分秒格 (`[+-]DDD:MM:SS.SSSSS`)，其中 D 代表度， M 代表分， S 代表秒。三种格式的经纬度均可转化为浮点数，以便存储和计算。

`Location` 可使用的方法有：

1. `String convert(double coordinate, int outputType)`: 将浮点型的经纬度值转化为三种常规格式中的一种，其中 `outputType` 用来指定格式类型。
2. `double convert(String coordinate)`: 将字符串格式的经纬度值转化为浮点格式。
3. `distanceBetween(double startLatitude, double startLongitude, double`

endLatitude, double endLongitude, float results):计算两个位置间的球面距离。前两个参数代表起始位置,后两个参数代表结束位置,距离值保存在results中。

4. float distance(Location dest):计算已知位置到目标位置的距离,其中dest代表目标位置。

5. double getLatitude():获取该位置的纬度值,结果以浮点形式表示。

6. double getLongitude():获取该位置的经度值,结果以浮点形式表示。

7. double getAltitude():获取该位置的高度值,结果以浮点形式表示。

3.4.2 定位管理类

定位管理类LocationManager是android.location中最重要的一个类,应用程序通过它来使用系统提供的定位服务,以实时获取设备的位置信息。

LocationManager调用Context.getSystemService(Context.LOCATION_SERVICE)来进行初始化。应用程序定义了一个LocationManager对象之后,就可以完成以下三件事:搜寻系统中所有的LocationProvider(3.5.3中将介绍),从中获取最新的位置信息;指定LocationProvider内位置数据的更新周期;及时获取设备位置的变化信息。

系统为应用程序提供了基于GPS和基于网络的定位服务。前者的定位数据来源于位置提供者GPS—PROVIDER,它负责获取GPS模块的定位信息,一般用于设备自身的定位;后者的定位数据来源于位置提供者NETWORK PROVIDER,它负责从网络获取其它设备或用户的位置信息。程序使用这两种服务前先要在AndroidManifest.xml中添加许可。LocationManager可使用的方法有:

1. void addProximityAlert(double latitude, double longitude, float radius, long expiration, PendingIntent intent):设备超出某位置一定范围后报警。前两个参数表示基准位置, radius表示该范围的半径。

2. List<String>getAllProviders():获取系统中所有LocationProvider。

3. Location getLastKnownLocation(String provider):获取位置提供者provider中的位置信息。

4. LocationProvider getProvider(String name):返回名为name的位置提供者。

5. List<String>getProviders(Criteria criteria, boolean enabledOnly):返回所有符合criteria指定标准的位置提供者名称列表。

6. void requestLocationUpdates(String provider, long minTime, float minDistance, LocationListener listener): 实时获取位置提供者 provider 中的数据, 一旦位置发生变化, 立即通知应用程序, 并将最新的位置值告知应用程序。minTime 代表最短报警时间, minDistance 代表最小报警距离。

3.4.3 位置提供者

LocationProvider 是上面多次提到的位置提供者, 它用于存放位置信息, 会实时更新。系统中有许多 LocationProvider, 它们提供了各种类型的位置信息。

LocationProvider 既有系统默认的 (如 GPS PROVIDER), 也可以根据应用程序的需要自行定义。所有 LocationProvider 都有各自的使用标准。

LocationProvider 的方法主要有:

1. String getName(): 获取该 LocationProvider 对应的名称。
2. boolean meetsCriteria(): 判定该 LocationProvider 是否符合 criteria 指定的标准。
3. boolean requiresNetwork(): 判定该 LocationProvider 是否需要网络支持。
4. boolean requiresSatellite(): 判定该 LocationProvider 的数据是否来源于 GPS 卫星定位。
5. boolean supportsAltitude(): 判定该 LocationProvider 提供的位置信息是否包含高度数据。

3.4.4 定位监听类

定位监听类 LocationListener 负责监听位置信息的变化情况, 它包括的方法有:

1. void onLocationChanged(Location location): 该方法在设备位置发生改变时执行, 以实时更新程序的位置数据。
2. void onProviderDisabled(String provider): 在位置提供者 provider 被禁用时执行。
3. void onProviderEnabled(String provider): 在位置提供者 provider 启用时执行。

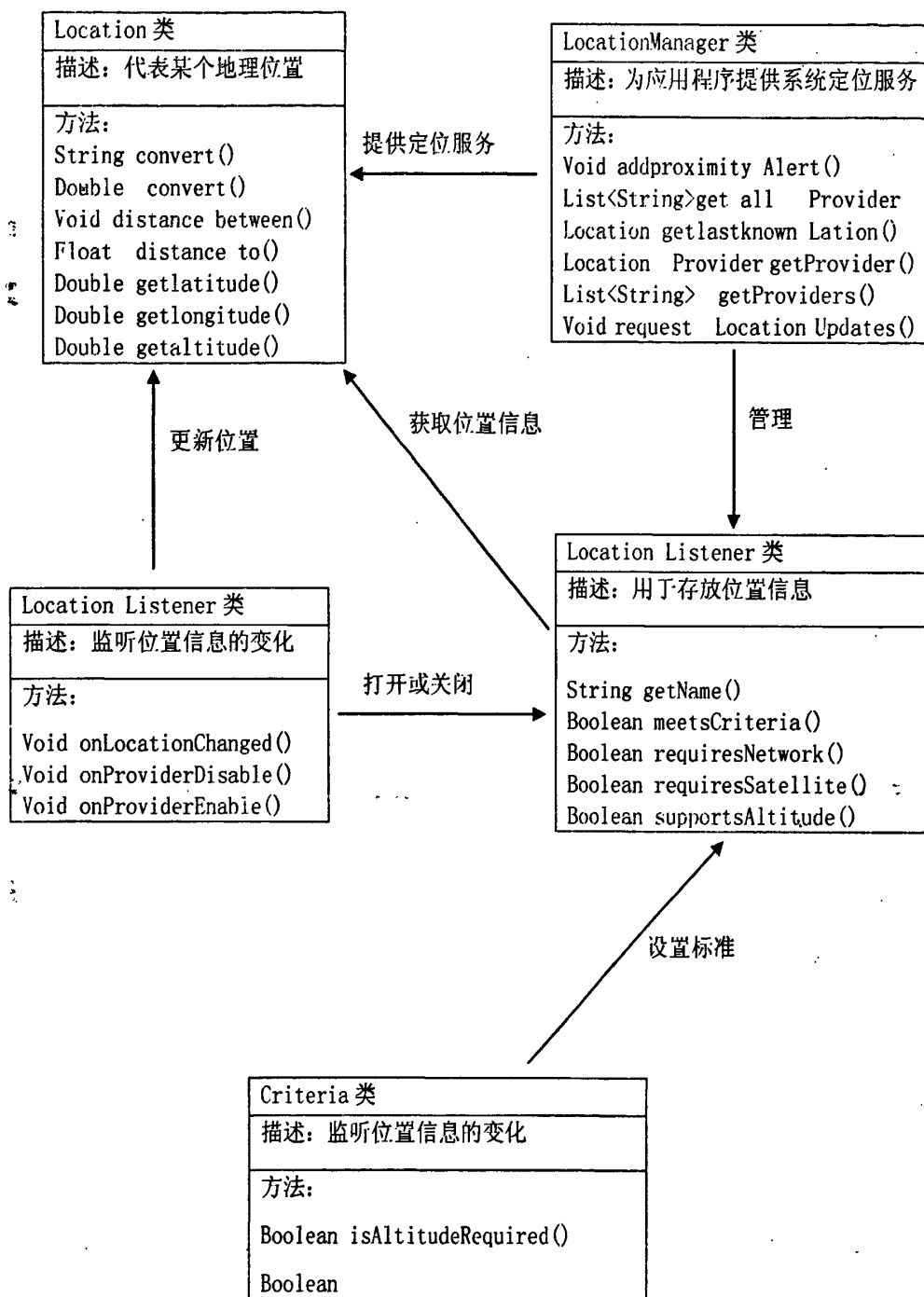


图 3-2 与定位相关的类

3.5.5 位置数据标准类

位置数据标准类Criteria为应用程序选择LocationProvider提供标准。常用的方法有：

1. boolean is AltitudeRequired(): 判断某个LocationProvider提供的位置数据是否一定包含高度值。
2. boolean is BearingRequired(): 判断某个LocationProvider提供的位置数据是否一定包含方位角。

3.5 GPS 处理器——SiRF StarIII 简介

SiRF公司是GPS芯片的龙头供应商，基于SiRF starIII架构的新芯片组配备20万个相关器等，具有一159dBm顶尖的接收灵敏度和低功耗，20通道接收机以及独有的抗干扰算法。其方案及芯片的具体介绍见第四章。

3.6 GPS 方案选择

3.6.1 硬件 GPS 方案与软件 GPS 方案

在手机市场的GPS解决方案中，目前存在两种实现方法：硬件GPS方法和软件GPS方法。二者在技术上的差别是：硬件GPS方法即射频模块和数字基带都由硬件实现，占用系统资源较少；而软件GPS方法，射频模块由硬件实现，GPS过程都由软件实现。也就是要占用系统的CPU进行数据处理，占用的系统资源比较多。

基于SiRF starIII 架构的新芯片组配备20万个相关器等，具有-159dBm 顶尖的接收灵敏度和低功耗，为便携式和无线产品制造商提供了低功耗的GPS 解决方案。

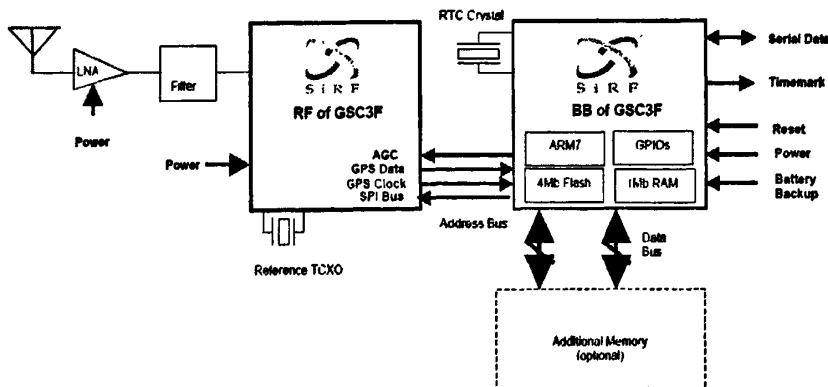


图 3-3 Sirf GPS 方案模块图

Sirf GPS 多模引擎模块如图 3-3 所示，在手机应用中，sirf GPS 模块的协议栈是工作在基带芯片上的，GPS 模组接受 GPS 从基带芯片接收的辅助信息，同时处理所有的信号信息并计算卫星的相关信息，GPS 模组提供一组串口与基带芯片通信，基带芯片负责提供串口的通信协议和 GPS 通讯，接受定位数据，发送命令给 GPS 模块并接受响应。

3.6.2 GPS 的模块电路设计

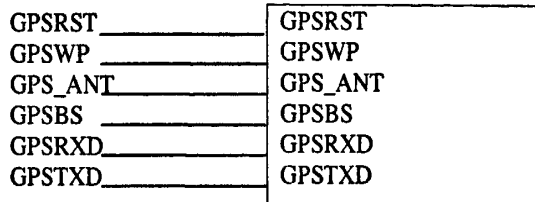


图 3-4 Sirf_GPS 模组主要控制电路接口

其中：

GPSRST： 在 module 上电期间置低，最小 300ms.

GPSANT： 天线信号输入

GPSBS： GPS 上电期间，置高则启动，置低进入 download 模式。

GPSTXD, GPSRXD： GPS 串口通信

第四章 基于 CMCC SUPL 协议的辅助 GPS

4.1 AGPS 的概念

全球定位辅助系统AGPS(Assisted Global Positioning System)是利用全球经纬度坐标来定位移动台移动站(MS)方位,这种无线载体技术已被美国联邦通信委员会授权。因此当发生危机的时候,其紧急的求助电话可以被很快的定位。

AGPS的出现标志着移动定位系统不仅具有GPS的硬件和软件的支持,而且还有无线网络的辅助短信。AGPS是一种GPS动作方式。利用手机基地站的资讯,配合传统GPS卫星,让定位的速度更快。AGPS是使用协助服务的技术,用来减少定位所需的时间。在蜂巢式网络上使用定位服务已越来越普遍。

4.2 AGPS 的工作原理

AGPS(Assisted Global Positioning System)是将卫星导航与无线蜂窝融合形成的新技术,即辅助GPS(AGPS)将GPS与无线手机组合在一起,利用辅助GPS进行定位,传输一些辅助数据,这样可以大大缩小代码搜索窗口和频率搜索窗口,使得定位时间降至几秒钟。辅助GPS是网络辅助GPS,与独立的GPS相比,以网络为核心的方法能够提供更快首次锁定位置的时间TTFF,它使用固定位置GPS接收机获得移动终端的补充信息数据,辅助数据使移动用户接收机不必译码实际消息就可以进行定时测量。定位原理图如图4-1所示:

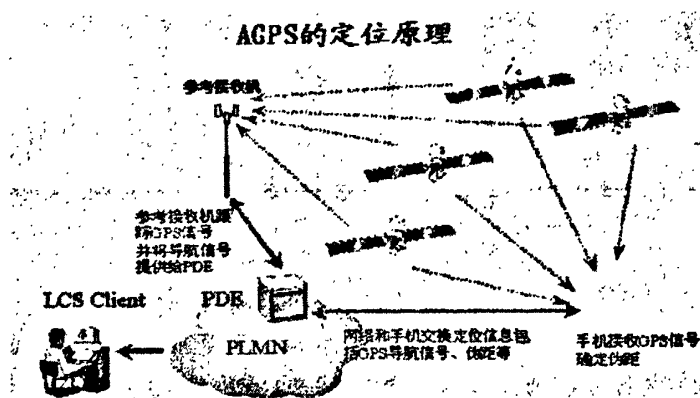


图4-1 AGPS定位原理图

其工作流程是:

- 1) AGPS手机首先将本身的基站地址通过网络传输到位置服务器;

2) 位置服务器根据该手机的大概位置传输与该位置相关的GPS辅助信息(包含GPS的星历和方位俯仰角等)到手机;

3) 该手机的AGPS模块根据辅助信息(以提升GPS信号的第一锁定时间TTFF能力)接收GPS原始信号;

4) 位置服务器根据传来的GPS伪距信息和来自其他定位设备(如差分GPS基准站等)的辅助信息完成对GPS信息的处理, 并估算该手机的位置; 位置服务器将该手机的位置通过网络传输到定位网关或应用平台。

4.3 AGPS 定位基本机制

根据定位媒介来分, 定位技术基本包含基于 GPS 的定位和基于蜂窝基站的定位两类。GPS 定位以其高精度得到更多的关注, 但是其弱点也很明显: 一是硬件初始化(首次搜索卫星)时间较长, 需要几分钟至十几分钟; 二是 GPS 卫星信号穿透力若, 容易受到建筑物、树木等的阻挡而影响定位精度。AGPS 定位技术通过网络的辅助, 成功的解决或缓解了这两个问题。对于辅助网络, 有多种可能性, 以 GSM 蜂窝网络为例, 一般是通过 GPRS 网络进行辅助。

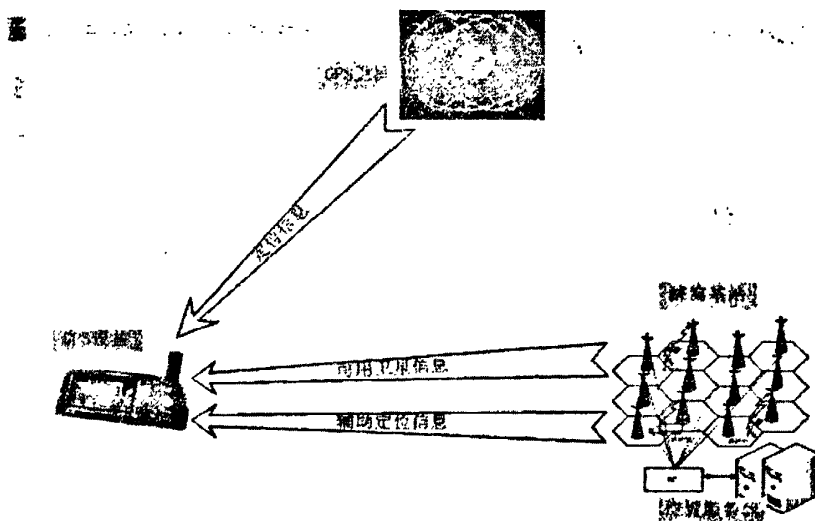


图 4-2 GPS 定位基本机制

如图 4-2 所示, 直接通过 GPS 信号从 GPS 获取定位所需的信息, 这是传统 GPS 定位的基本机制。AGPS 中, 通过蜂窝基站的辅助来解决或缓解上文提到的两个问题:

对于第一个问题, 首次搜星慢的问题, 我们知道是因为 GPS 卫星接收器需要进行全频段搜索以寻找 GPS 卫星而导致的。在 AGPS 中, 通过从蜂窝网络下载当前地

区的可用卫星信息（包含该地区可用的卫星频段、方位、仰角等信息），从而避免了全频段大范围搜索，使首次搜星速度大大提高，时间由原来的几分钟减小到几秒钟。

对于第二个问题，GPS 卫星信号易受干扰的问题，这是由 GPS 卫星信号本身的性质决定的，我们无法改变。但是 APGS 中，通过蜂窝基站参考 GPS 的辅助，或是借助 GSM 定位中 Cell-ID 定位（COO 定位）方法的辅助，缓解了在 GPS 信号不良的情况下定位的问题，有效提高了在此情况下的定位精度。

4.4 AGPS 定位基本流程

4.4.1 搜索卫星

AGPS 定位仍然是基于 GPS 的，因此定位的首要步骤还是先搜索到当前地区的可用 GPS 卫星。在传统 GPS 定位中需要全频段搜索以找到可用卫星因而耗时较长，而 AGPS 通过网络直接下载当前地区的可用卫星信息，从而提高了搜星速度。同时，也减小了设备的电量消耗。

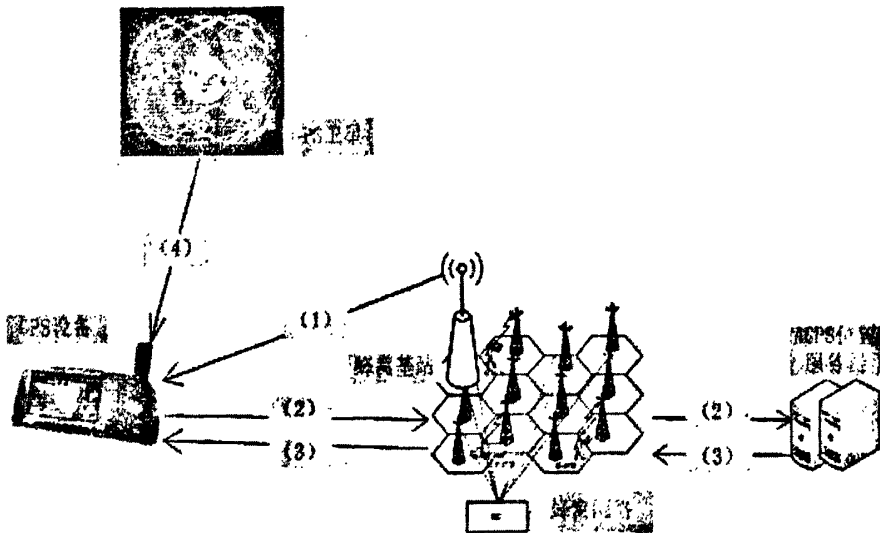


图 4-3 AGPS 定位搜索基本流程

如图 4-3 所示，AGPS 中从定位启动到 GPS 接收器找到可用卫星的基本流程如下：

- (1) 设备从蜂窝基站获取到当前所在的小区位置；
- (2) 设备通过蜂窝网络将当前蜂窝小区位置传送给网络中的 AGPS 位置服务器；
- (3) APGS 位置服务器根据当前小区位置查询该区域当前可用的卫星信息（包括卫星的频段、方位、仰角等相关信息），并返回给设备；
- (4) GPS 接收器根据得到的可用卫星信息，可以快速找到当前可用的 GPS 卫星

至此，GPS 接收器已经可正常接收 GPS 信号，GPS 初始化过程结束。AGPS 对定位速度的提高就主要体现在此过程中。

4.4.2 计算位置

GPS 接收器一旦找到四颗以上的可用卫星，就可以开始接收卫星信号实现定位。接下来的过程根据位置计算所在端的不同，通常有两种方案：在移动设备端进行计算的 MS-Based 方式和在网络端进行计算的 MS-Assisted 方式。

MS-Based 方式中，接下来过程与传统 GPS 定位完全相同，GPS 接收器接收原始 GPS 信号，解调并进行一定处理，根据处理后的信息进行位置计算，得到最终的位置坐标。

MS-Assisted 方式中，解调并处理后，接下来的过程如图 4-4 所示：(5) 设备将处理后的 GPS 信息（伪距信息）通过蜂窝网络传输给 AGPS 位置服务器，(6) AGPS 服务器根据伪距信息，并结合其他途径（蜂窝基站定位、参考 GPS 定位等）得到的辅助定位信息，计算出最终的位置坐标，返回给设备。

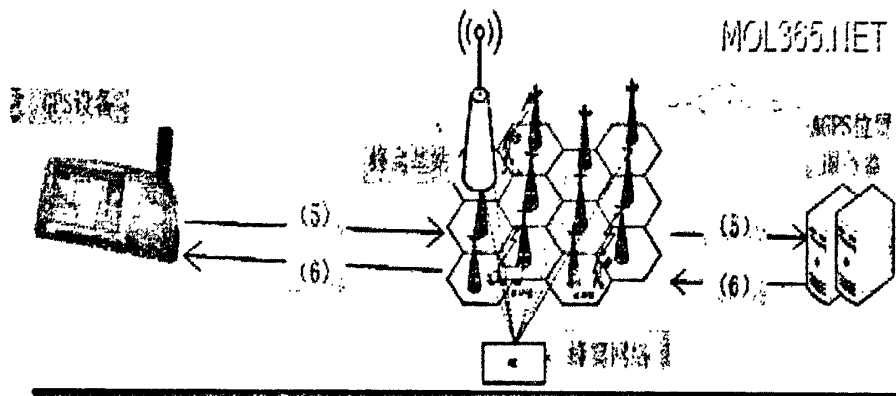


图 4-4 MS-Assisted 方式解调处理过程

在此过程中可以看到，在使用 MS-Assisted 方式时，由于辅助定位信息的加入，可以取得更高的定位精度；同时，可以很大程度上克服弱 GPS 信号情况下的无法定位或精度降低的问题；将复杂计算转移到网络端，也可以很大程度上减小设备的电量消耗。

4.5 AGPS 定位优劣分析

(一) 与传统 GPS 定位相比，AGPS 定位有如下的优势：

- 首次搜星速度快

- 有效减少设备的电量消耗
- 对于采用 MS-Assisted 方式的 AGPS 系统而言,除了以上优势外,还有定位精度更高,缓解弱 GPS 信号情况下无法定位或精度降低的问题 对移动设备的计算能力要求更低

(二) AGPS 也有一定的限制:

必须有蜂窝网络 (GPRS/EDGE/CDMA 等) 的支持用以数据传输,对一般用户而言可能需要为此支付一定的数据流量费用 必须有 AGPS 位置服务器的支持与 GPS 一样,仍无法完美解决室内 (室内无法接收 GPS 信号) 定位的问题 AGPS 定位技术的实际应用情况因为 AGPS 需要网络支持,因此目前使用该技术的大部分设备为手机。

4.6 AGPS 的实现

4.6.1. SUPL 协议

基于移动设备的位置服务越来越普及。SUPL (安全用户层定位技术) 是用户使用用户层数据承载 (在 CMCC 的网络中采用 GPRS 网络) 来传送位置信息 (如 GPS 辅助数据), 并在 SUPL 平台与移动终端之间传送与定位技术相关的协议的一种技术。对于传输与计算终端位置有关的辅助信息, SUPL 被认为是有效方法之一。向客户端提供位置服务时,在 SUPL 平台和终端之间需要传送大量信令和定位信息。目前, A-GPS (Assisted-GPS) 能提供比其他标准定位技术更为精确的定位。然而,在控制层 (3GPP 定义的技术) 上实现 A-GPS 需要修改现有的网络基础设施和接口 (由于终端和网络之间的信令处理), 增加了运营商的投资成本。在用户层上实现定位 (SUPL) 只需要网络支持 IP 传输, 现有网络所做的修改也很小, 所以它是一种可以很快部署的高效的解决方案。现有的 SUPL 标准将来应该被扩展到支持更多的定位技术。现阶段, SUPL 将在对现有网络元素进行最少的修改的同时提供所有的 A-GPS 功能。SET 和 SLP 实现 SUPL 时都需要遵照该接口协议。

SUPL 常用消息:

- SUPL INIT - is the initial message from the SUPL server to the SET in Network initiated cases
- SUPL START - is the initial message from the SET to the SUPL server
- SUPL RESPONSE - is the response to a SUPL START message

- SUPL END - is the message that ends the SUPL procedure, normally or abnormally
- SUPL POS - is the message that wraps the underlying RRLP element
- SUPL POS INIT - is the message following the SUPL INIT message in Network initiated cases or the SUPLRESPONSE message in SET initiated cases SI-MSB

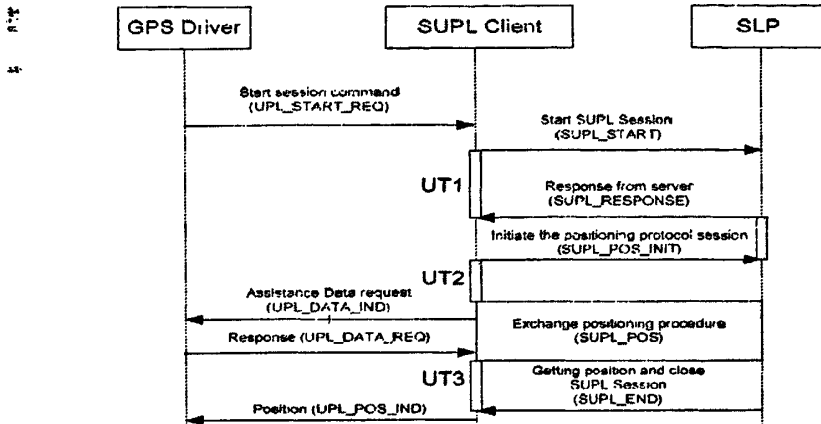


图 4-5 一次成功的 SUPL SI 定位请求消息流程图

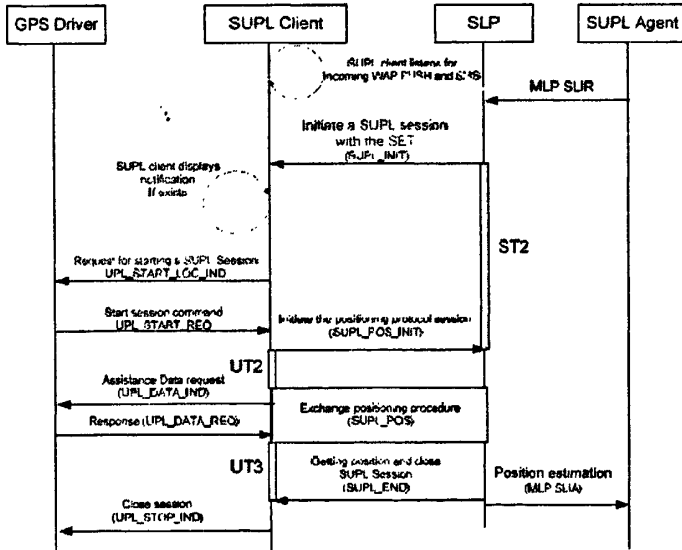


图 4-6 一次成功的 SUPL SI 定位请求消息流程图

Android 平台 AGPS 接口

AGPS 在 Android 平台的接口文件是定义在:

hardware\libhardware_legacy\include\hardware_legacy\gps.h

- /* Interfaces exposed by framework for supporting location based


```
services. */
```

```

• GpsInterface Interface = {
• hgps_init, /* GPS Initialization: NAVC, SUPL Initialisations */
• hgps_start, /* Issue location fix request */
• hgps_stop, /* Stop location fix request */
• hgps_cleanup, /* Does cleanup activities: De-initialize the NAVC,
SUPLC */
• hgps_delete_aiding_data, /* Delete aiding data */
• hgps_set_position_mode, /* Set the location fix mode requested by
applications - (Autonomous or MS-Based or MS-Assisted). */
• hgps_get_extension, /* Get extra interfaces for supporting additional
functionalities.
• hgps_set_server /* set server address/port number */
• };

```

hgps_init() : GPS 初始化函数, 其调用是在开启 GPS 开关设定时调用。

hgps_start() : 发起一次 GPS 定位请求, 如果 AGPS 设定开关打开, 那么就发起一次 AGPS 的定位请求。

hgps_stop() : 停止当前的 GPS/AGPS 的定位请求。

hgps_delete_aiding_data() : 清除当前 GPS 中的所有辅助数据, 如果下一次发起一次 GPS 定位请求, 就会执行一次冷启动。

hgps_set_position_mode() : 设置当前 GPS 定位模式。

hgps_set_server() : 设置 AGPS 的服务器的地址和端口。中国移动的地址和端口为: 221.176.0.55:7275

4.6.2 中国移动 AGPS 技术规范

移动位置服务, 是通过移动网络获取移动终端用户位置信息 (经纬度坐标), 并在 GIS 系统支持下, 为用户提供相应服务的一种增值业务。

目前主流定位方式可分为: CELL-ID 定位, CEP95 范围 300~2KM (取决于移动基站的覆盖范围)、GPS 定位、A-GPS, 即 Assisted-GPS, 指 GPS 参考网接收并解调 GPS

卫星信号, 然后根据终端所处的大致位置计算相应的 GPS 辅助参数, 这些辅助参数通过移动通信网络下发给终端, 终端利用 GPS 辅助参数能够加快对 GPS 卫星信号的捕获速度并降低了对 GPS 卫星信号强度的要求, 然后终端利用 GPS 辅助参数完成对 GPS 卫星信号的伪距测量。根据伪距测量结果, 由终端或者网络计算出最终的位置信息。

中国移动采用的 A-GPS 技术是基于应用层的 A-GPS 技术, 即 A-GPS 定位消息是通过 IP 网络传送, 遵守 OMA SUPL TS V1.0.0 正式版, 推荐支持《位置业务 Lur 接口协议技术规范 1.5.0》。A-GPS 终端有两类: (1) 内置 A-GPS 接收机的终端; (2) 外接 A-GPS 接收机的终端, 如通过蓝牙或者 USB 或者其他短连接 GPS 模块。基于 A-GPS 技术可为用户提供高精度的位置服务, 举例如下:

1. 定位及查询

(1) 单次定位及查询: 高精度位置确定, 可通过文字 (短信)、图像 (地图)、语音 (呼叫中心) 手段自我定位, 并在他人许可的情况下可查询他人当前位置。

(2) 周期性定位及查询: 用户可按照自己设定的定位频率连续定位并显示连续的轨迹, 定位用户业务适用于看护长者、幼儿等需要照顾的群体, 及时为用户提供帮助, 有定位信息的存储、联系人信息、图像可包含经纬度位置信息, 可调用地图程序显示、路线导航等。

(3) 被动导航: SP 根据用户的当前位置 (SP 可以根据用户 SIM 卡号获得用户的当前位置)、选择的交通方式 (开车、地铁、公交等)、路径设计的要求 (最近、最省时等)、路况信息及用户输入的目的地通过方案、图像、语音等手段向用户提供导航服务。

(4) 主动导航 (自导航): 用户手持终端本身具备自导航功能, 通过设置直接实现上述应用。包括周边信息查询、定位用户当前所在位置, 提供用户所在位置周边的各种信息, 如餐饮、娱乐、加油站、银行、药店等。

2. 定位模式要求

(1) 终端必须支持 MS-Assisted 定位模式;

(2) 终端必须支持 MS-Based 定位模式;

(3) SI 默认定位模式为 MS-Based, NI 定位模式由终端与 A-GPS 服务器协商指定, 终端优先接受 A-GPS 服务器指定的定位模式;

(4) 支持自主定位模式 (Autonomous);

在 NI 定位过程中, 若 A-GPS 服务器未应终端请求传输辅助信息, 终端需搜索卫

星，完成 GPS 定位，将定位结果报告给 A-GPS 服务器；在 SI 定位过程中，若 A-GPS 服务器未应终端请求传输辅助信息，终端需搜索卫星，完成 GPS 定位。

3. GPS 接收机性能（指在自主定位模式下）

- (1) 通道数：应不低于 12 个通道。
- (2) 数据更新频率：应不小于 1Hz。
- (3) TTFF 和误差值应不高于下表 4-1 所示的数值：

表 4-1 TTFF 和误差值

启动方式	TTFF (秒)	2 维位置误差 (米)	注释
	成功率 50%	成功率 50%	
冷启动	45	15	GPS 接收机无有效星历数据 (ephemeris)、时间及位置，GPS 接收机需要用所有多普勒频率和码相位搜寻所有卫星。
暖启动	38	15	GPS 接收机具有历书数据 (almanac)、时间及位置，但星历数据 (ephemeris) 超过 4 小时。GPS 接收机可确定可见的卫星。
热启动	6	15	GPS 接收机具有有效星历数据 (ephemeris)、时间及位置，其时间不早于 1 分钟。GPS 接收机可确定可见的卫星，不必从卫星信号中解出星历数据 (ephemeris)。

备注 1：成功率 50% 和成功率 95% 的所有测试项需在如下环境进行：处于开阔天空，HDOP/VDOP < 2，至少可见 7 颗卫星，GPS 接收机平均 C/No > 40dBHz，对于热启动时星历有效。

备注 2：由传导方式（由射频线直接连接 GPS 模拟器）进行此性能测试。

4. 灵敏度（表 4-2）

表 4-2 灵敏度测试数据

测试方式	灵敏度 (dBm)	TTFF (秒)
	所有卫星	50%
自主定位	-140	60
A-GPS	-151	30

备注 1：测试由传导方式（由射频线直接连接 GPS 模拟器）进行；

对于 A-GPS GPS 参考时间误差 +/- 2 秒；参考位置误差小于 30 公里

第五章 GPS 通信设计

5.1 UART 技术背景

1. UART简介

UART (the universal asynchronous receiver/transmitter) 即通用异步接收/发送器, 它一般会集成在系统处理器中, 为其系统提供丰富的串行通信和控制支持。UART 的发射器和接收器均提供了串行异步接收数据和同步的数据并转串/串转并功能。这些功能是将串行数据流转换为数字系统所要求的并行数据所必需的。串行数据流的同步是通过在发送数据中增加起始位和停止位以形成一个数据字符而实现的, 并通过给数据字符附加一个奇偶校验位来保证数据完整性。接收器将通过该奇偶校验位来检测传输错误。

2. UART特点

每个UART的接收器和发送器各有一个64bytes FIFO (缓冲区), 如图5-1所示

- (1) FIFOs和DMA (Direct Memory Access, 存储器直接访问) 具有可编程的中断触发水平
- (2) 波特率可配置且大小是通过设置48MHz功能时钟的除数N来实现的。
- (3) 具有可配置的数据格式:
- (4) 数据位: 5, 6, 7或8位
- (5) 奇偶校验位: 偶、奇、无_停止位: 1, 1.5, 2位

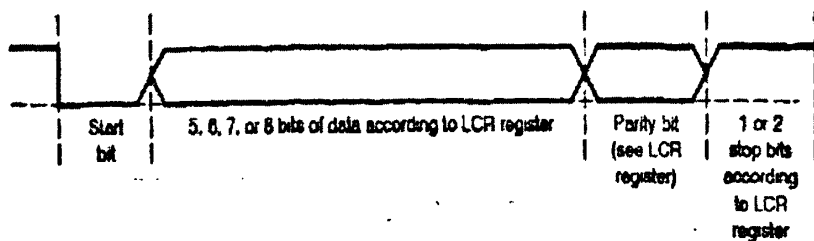


图 5-1 串口数据位图

5.2 GPS 的数据算法及算法实现

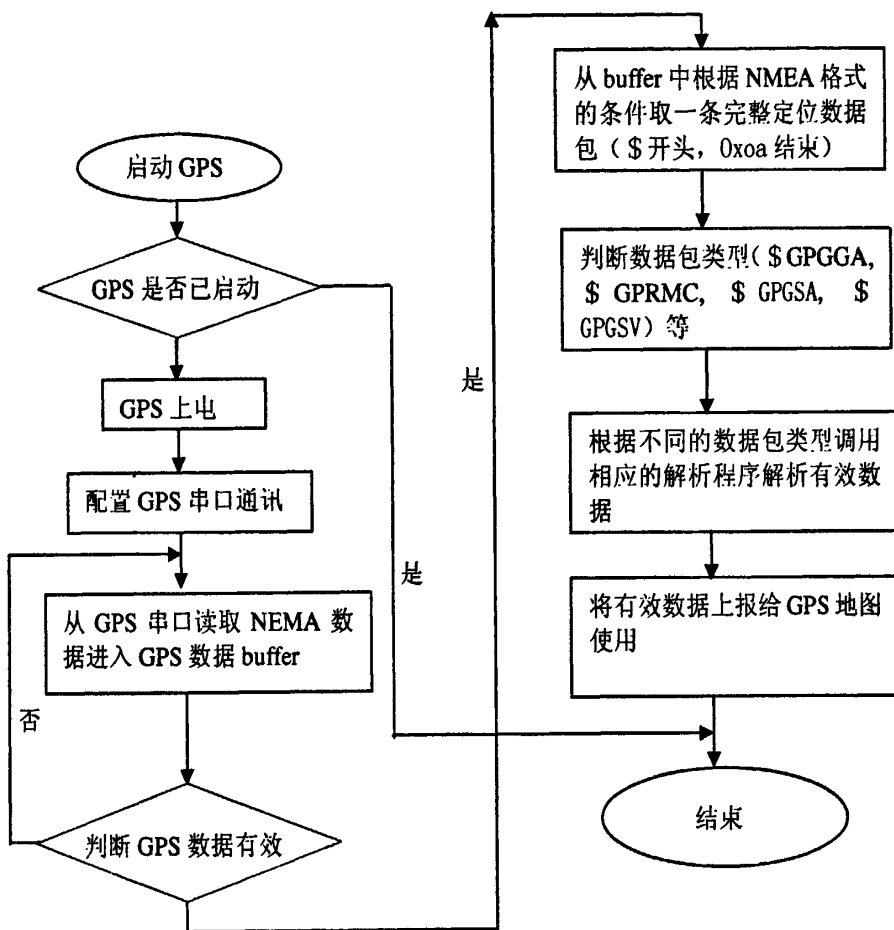


图 5-2 GPS 的数据算法

流程图 5-2 讲解：

首先启动 GPS，判断当前 GPS 是否已经启动，如已经启动，则不执行 GPS 启动程序，如果当前 GPS 处于未启动状态，则执行 GPS 上电控制程序，同时配置基带芯片的串口通信协议，GPS 上电后，串口便于数据输出，从串口读取数据放入数据 Buffer，读入数据后，需要判断 GPS 数据的有效性，进行简单判断是否符合 NMEA 协议格式。判断数据合法后，便可以进行 GPS 的数据处理，读取一条完整的定位数据包（以“\$”开头，以 0x0a 结束），同时根据数据包的头判断数据包的类型，根据不同的类型调用响应的解析程序，解析出有效数据，将有效数据上报给 GPS 的地图等应用使用。

5.3 GPS 在手机设计中的调试方法

GPS 在手机设计中的调试分为硬件部分调试和软件部分调试：

硬件部分的调试包括 GPS 上电时序是否正确，GPS 电路部分的设计可以参考 sirf 公司提供的公共板设计图，同时根据本机电路的实际情况进行适当的裁剪。在电路设计完毕后就可以，可以编写一个简单的上电驱动就可以进行 GPS 启动的调试。通过示波器可以查看是否 GPS 的上电时序满足要求，如不满足可以适当调节驱动程序。

当上电时序满足要求，GPS 一般就能够顺利启动，这是 GPS 的 NMEA 格式的数据就会从 GPScmole 中通过串口发出，可以通过示波器查看 GPSTX 管脚的波形，以判断是否有数据输出。当 GPS 的上电时序和 GPSTX 管脚数据有数据输出这两个条件满足，便可以进入软件部分的调试。

软件部分的调试主要是 GPS 串口数据通信的实现，可以通过两种方法实现，一种是自己编写测试程序，从串口读取数据，解析后从 LCD 输出，另外一种方法可以使用 SIRF DEMO 软件来进行数据的检查，如图 5-3 所示。建议在开发过程中两种方法都实现，第一中方法方便快捷，同时是和驱动程序紧密结合的。第二中方法在硬件设计的时候，需要引出 GPSTX 和 GPSRX 管脚到手机的 18Pin 上，或者测试时临时引线到串口的 connector 上。

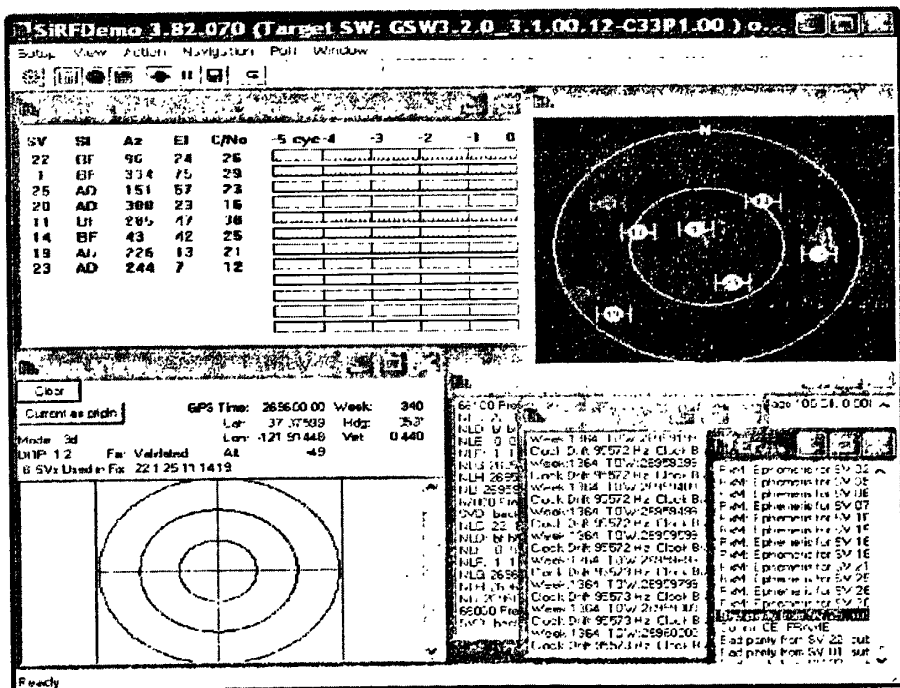


图 5-3 GPS 的数据通信软件工具

SirfDemo 软件是 Sirf 公司提供给用户的调试开发软件，主要通信方式是串口通讯，将手机或者开发板串口连接 PC 端串口，选择 sirfDemo 软件界面的串口端口号，

串口波特率等, 点击 sirfDemo 软件的连接按钮, 如果 GPS 硬件工作正常, GPS 硬件便会通过串口传输数据, sirfDemo 工作界面如图 5-3 所示, Signal View 界面会显示 GPS 当前的卫星信号信息, 开发者需要关注: sv-卫星编号, C/NO - GPS 信号强度 这两个参数. Rador View 界面图形化的显示了当前所有可见的卫星. Map View 界面显示了: lat-纬度, lon - 经度, At-高度, GPS time-当前时间等参数. Debug View 界面显示了 GPS 串口传输的所有原始数据(未经解析的 NMEA 数据)等.

5.4 工厂测试步骤以及数据需求

工厂测试以及检验的步骤是保证 GPS 手机的质量保证以及合格供应的一个有效工具和步骤, GPS 模块因为其应用的重要性以及设计的复杂性, 因此其合格的测试流程, 是质量的重要保证. GPS 的测试分室内和室外两种(主要是 GPS 的信号源来区分), 室内部分主要是使用 GPS 信号模拟发生器来发出固定信号强度和地理数据的 GPS 信号, 手机接受模拟 GPS 信号, 通过 GPS 接受到的信号来检验 GPS 的性能. 室外部分主要通过从外部引入实际的 GPS 信号(GPS 在室内无法接受到信号), 通过 GPS 设备接受信号, 来检验 GPS 性能. 下面是 GPS 测试时的技术需求.

5.5 针对 GPS 手机工厂测试的主要技术参数

关机电流: 手机在正常通过关机键关机情况下的电流, 通常为 0.1mA.

待机电流: 手机在没有打开任何程序, 且屏幕在熄灭一段时间后, 进入待机状态下的电流, 通常为 5-7mA 左右.

定位电流: 手机在 GPS 定位过程中的电流, 通常为 120mA 左右.

C/NO: GPS 的信号强度.

5.6 OQC 测试需求:

耦合 C/NO: GPS 信号通过电缆引入手机接收器, 所能搜索到的 GPS 的信号强度

真实信号定位: 从室外天线引进的真实的 GPS 信号.

5.7 PQC 抽检:

抽取一定比例的手机在外部开放地带实际测试定位能力.

5.8 设备需求:

单通道 GPS 信号模拟器: 模拟 GPS 信号的调试仪器, 只能模拟一颗卫星的 GPS 信号;

多通道 GPS 信号模拟器: 模拟 GPS 信号的调试仪器, 可以模拟多颗卫星的 GPS 信号;

GPS 信号放大器: GPS 信号在天空中的传输, 到达地面的时候会有衰减, 信号放大器能够放大 GPS 信号, 提高 GPS 的首次定位时间;

屏蔽: 隔离外部干扰信号的实验室;

第六章 Android GPS HAL

6.1 GPS HAL introduction:

HAL (hardware abstraction layer 硬件抽象层) 存在的目的在于让 android framework 与 linux device driver(设备驱动)分离开来。上层应用通过 Dalvik VM(Android 虚拟机)与 core services(核心服务) (如 sensor service, camera service 等) 来加载动态库文件 (*.so), 这里的 so 文件指的是 HAL 的实现, core service 通过 JNI 接口调用 HAL 层提供的接口, 这样就实现了 android 应用程序对硬件的操作。

也就是说 Android 的 HAL 是为了一些硬件提供商提出的“保护所有权”的驱动程序而产生的, 简而言之, 就是为了避开 linux kernel 的 GPL license 的束缚。Android 把控制硬件的动作都放到了 user space 中, 而在 kernel driver 里面只有最简单的读写寄存器的操作, 而完全去掉了各种功能性的操作 (比如控制逻辑等), 这些能够体现硬件特性的操作都放到 Android 的 HAL 层, 而 Android 是基于 Apache 的 license, 因此硬件厂商可以只提供二进制代码, 所以说 Android 只是一个开放的平台, 并不是一个开源的平台。

然后, Android 的 HAL 的实现需要通过 JNI, JNI 简单来说就是 java 程序可以调用 C/C++写的动态链接库, HAL 可以使用 C/C++语言编写, 效率更高。而 Android 的 app 可直接调用 .so, 也可以通过 app->app_manager->service(java)->service(jni)->HAL 来调用。第二种方法看上去很复杂, 但是更加符合 android 的框架结构。

Android 上 kernel driver 相对于 linux 真正的 driver 形式上是一样的, 也提供 open, read, write, ioctl, mmap 等接口, 但是, 一般来说, 只通过这些代码, 你并不能了解到硬件的特性, 比如 write 接口, 就可以只作成往寄存器写操作, 至于如何写, 为什么要写, 这些工作都会再 HAL 层进行, 而一般用户是看不到这些代码的。这也是为什么 linux 主流社区把 android 的 kernel 踢出去的原因, 因为这些 driver 根本无法用在其他的 linux 平台上。

HAL 层位于 kernel 之上的用户空间, 一般来说这里需要涉及的是两个结构体: hw_module_t 和 hw_device_t, 第一个结构体是当这个 hardware stub 被 load 的时

候(hw_get_module())提供的初始化操作,而第二个结构体是提供该硬件 stub 具有的操作硬件的接口,主要提供打开和关闭驱动的操作。

HAL 的主要实现位于 hardware/目录下,老的实现版本和新的实现版本并存,老的 HAL 实现是通过 JNI 层直接加载动态链接库的方式,如图 6-1 所示:

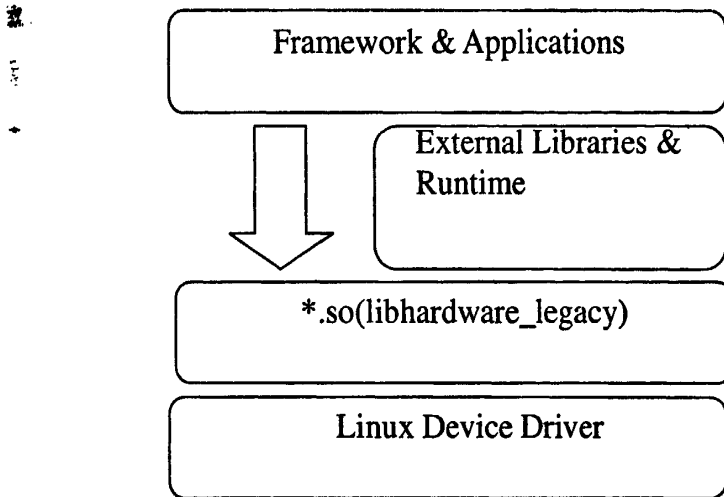


图 6-1 Android HAL 架构

新的 HAL 实现仍然是以加载动态链接库的方式来与 linux device driver 通信,不过 libhardware 屏蔽了具体的加载细节,每种应用以 HAL stub 的概念呈现给 JNI 层,一个 HAL stub 编译成一个动态链接库文件,结构如图 6-2 所示:

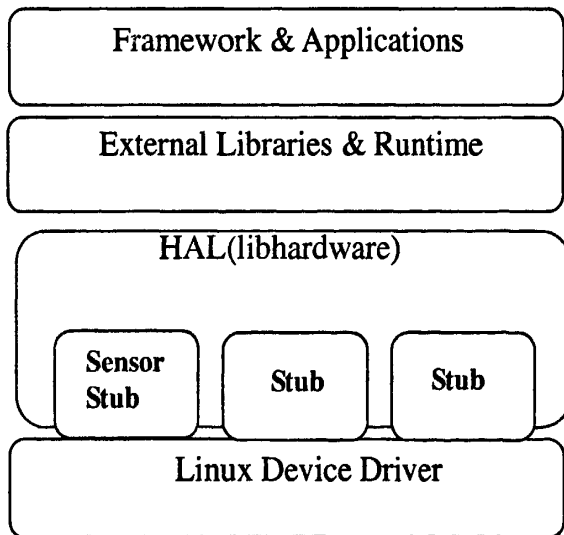


图 6-2 HAL stub 动态链接库文件结构

移植一个新的 HAL 实现需要开发人员编写 HAL module (stub), 上层应用通过 libhardware 获取 HAL module 的一系列回调函数 (callback ops), 这一系列回调函数直接与底层的 linux device driver 通信 (一般是通过读写设备文件来实现的)。

目前, HAL 对上层还不能完全做到与硬件无关, 往往厂家添加自己的硬件设备需要改动相应的 runtime (service) 实现, android 手机一般情况下需要的实现的 HAL 功能有: Camera GPS RIL WLAN BlueTooth Sensor vibrator 等

6.2 GPS 的 HAL 实现:

在这里探讨的 GPS HAL 实例采用的是 HAL 实现方式, 主要的实现代码位置:

```
frameworks/base/location/* (client)
frameworks/base/core/jni/android_location_GpsLocationProvider.cpp (JNI )
frameworks/base/services/java/com/android/server/LocationManagerService .
java (service)
hardware/libhardware_legacy/gps/* (HAL)
```

首先介绍几个重要的数据结构:

```
/** Callback with location information. */
typedef void (* gps_location_callback)(GpsLocation* location);

/** Callback with status information. */
typedef void (* gps_status_callback)(GpsStatus* status);

/** Callback with SV status information. */
typedef void (* gps_sv_status_callback)(GpsSvStatus* sv_info);

/** GPS callback structure. */
typedef struct {
    gps_location_callback location_cb;
    gps_status_callback status_cb;
    gps_sv_status_callback sv_status_cb;
} GpsCallbacks;

/*GPS 接口*/
typedef struct {
```

```
/**
 * Opens the interface and provides the callback routines
 * to the implementation of this interface.
 */
int ( * init) ( GpsCallbacks* callbacks ) ;
    /** Starts navigating. */
int ( * start) ( void ) ;
    /** Stops navigating. */
int ( * stop) ( void ) ;
    /** Closes the interface. */
void ( * cleanup) ( void ) ;
    /** Injects the current time. */
int ( * inject_time) ( GpsUtcTime time , int64_t timeReference,
                    int uncertainty) ;
    /** Injects current location from another location provider
 * (typically cell ID).
 * latitude and longitude are measured in degrees
 * expected accuracy is measured in meters
 */
int ( * inject_location) ( double latitude, double longitude, float
accuracy) ;
    /**
 * Specifies that the next call to start will not use the
 * information defined in the flags. GPS_DELETE_ALL is passed for
 * a cold start.
 */
void ( * delete_aiding_data) ( GpsAidingData flags) ;
    /**
 * fix_frequency represents the time between fixes in seconds.
```

```

    * Set fix_frequency to zero for a single-shot fix.
    */
    int (* set_position_mode) ( GpsPositionMode mode, int fix_frequency) ;
    /** Get a pointer to extension information. */
    const void * (* get_extension) ( const char * name) ;
} GpsInterface;

```

GPS 的 HAL 实现主要工作就是填充一个 GpsInterface 结构, android 应用启动 LOCATION_SERVICE 时, 将检测系统是否支持 GPS 应用, 若支持 GPS, 则在 JNI 层初始化 GPS 设备时将返回一个 GpsInterface 结构, 然后通过 JNI 层的回调函数将 GPS 信息发送给 framework 层, 调用过程如图 6-3 所示:

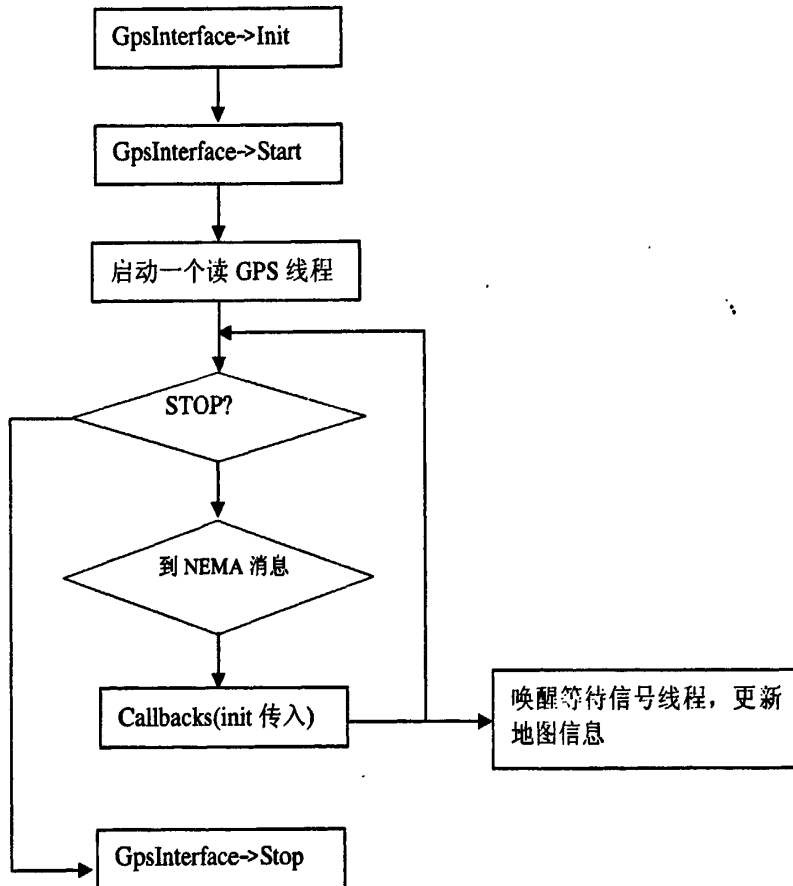


图 6-3 JNI 层回调函数调用过程

GpsInterface->Init 初始化当前 GPS, 当用户点击 GPS APP 开始从而调用 GpsInterface->Start 后, 启用读线程通过 epoll 检测 GPS 设备文件的状态, 若收到

数据则读取 NEMA 数据，将数据解析后，根据解析后的数据填充 GpsStatus, GpsLocation 和 GpsSvInfo 结构，然后调用相应的 JNI 层在 Init 时传进来的回调函数，service 部分的代码将自动更新 GPS 信息。

第七章 Google 地图实现

7.1 Android 用户界面构建问题

在Android平台下开发应用软件,最重要的是布局问题。一个好看而又简洁的界面,是相当重要的,既能提高使用者的体验,又保证应用的高效执行。Android生成用户界面有三种方式:xml配置生成、通过用户自己的界面接口生成和直接用代码生成。对于一个Activity应用来说android.app.Activity类是一个最基本的功能单元。一个Activity实例可以做很多的事情,但是它本身无法显示在屏幕上,而是借助于Viewgroup和View,这两个是Android平台上最基本的两个用户界面表达单元。下面介绍下主要的布局对象:

1. 线性布局(LinearLayout):以单一方向对其中的显示对象进行排列显示。如以垂直排列显示,则布局管理器中将只有一列;如以水平排列显示,则布局管理器中将只有一行。同时,还可以对个别的显示对象设置显示比例。
2. 表格布局(TableLayout):以拥有任意行列的表格对显示对象进行布局,每个显示对象被分配到各自单元格中,但单元格边框线不可见。
3. 绝对布局(AbsoluteLayout):允许以坐标的方式,指定显示对象的具体位置,左上角的坐标为(0,0),向下及向右,坐标值变大。这种布局管理器由于对象的位置固定了,所以在不同的设备上,有可能会出出现不一样的显示效果。
3. 相对布局(RelativeLayout):允许通过指定显示对象相对于其它显示对象或父级对象相对位置来布局。一个按钮可以放于另一个按钮右边,或者可以放在布局管理器的中央。对于Android应用中的一个屏幕,它的屏幕元素是按层次结构来描述的。要将一个屏幕元素层次树绑定在一个屏幕上显示,Activity会调用它的setContentView()方法并且传入这个层次树的根节点引用。

7.2 Android GPS 的模拟

在模拟器上模拟 GPS 信息,可以在没有 GPS 硬件支持时,调试和开发 GPS 地图,在模拟器上获取 GPS 信息,使用

Location loc = LocationManager.getLastKnownLocation("gps");来获取 location 信息,但

是往往在调试中 loc 是 null 的, 因为首先需要在模拟器中手动添加 GPS 信息, 有两种手动添加方法:

1. 在 eclipse 下设 windows→open perspective→DDMS→Emulator control→Manual 下手动设置经纬度, 并按 send 按钮, 具体配置如图 7-1 所示:

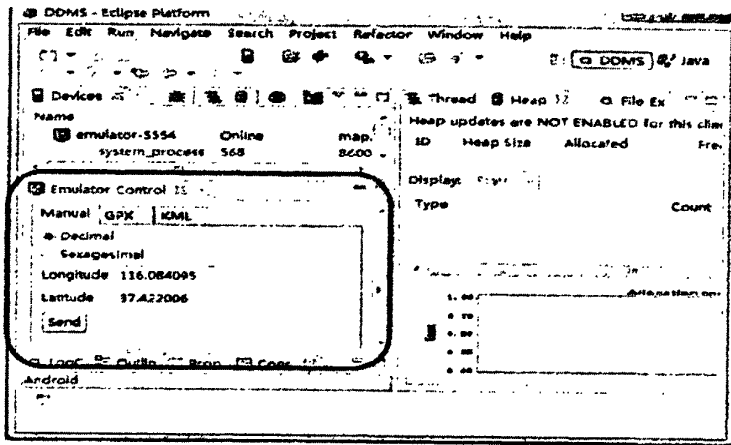


图 7-1 DDMS 的界面

在运行中若要在模拟器中运行, 还需要模拟器支持 GPS, 模拟器对 GPS 的支持设置如下, Eclipse 软件中: window→android sdk and avd manager, 打开模拟器管理窗口, 如果已经有可用的模拟器, 则打开 edit, 如果没有就新建一个模拟器, 如图 7-2:

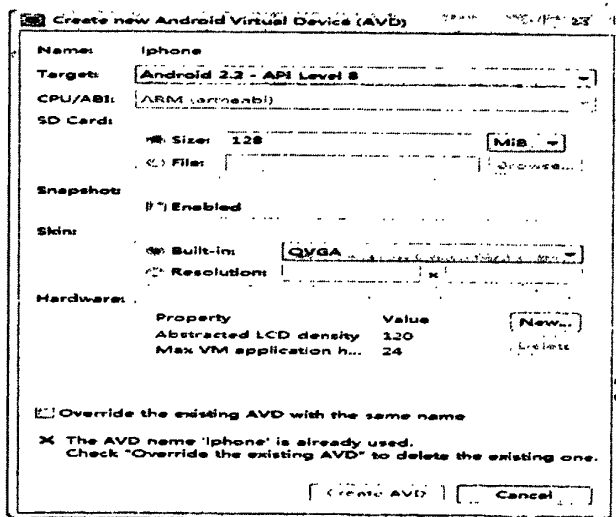


图 7-2 模拟器管理窗口

然后在 HardWare 右边的窗口中可以看到是否有对 GPS 的支持, 如果没有, 则点击右边的 new, 弹出如图 7-3 的窗口, 从中选择对 GPS 的支持, 点击 ok 退出。这样模拟器就实现支持 GPS 的功能, 可以利用模拟器来测试程序, 利用 Eclipse 中的 Emulator Control 来测试定位。

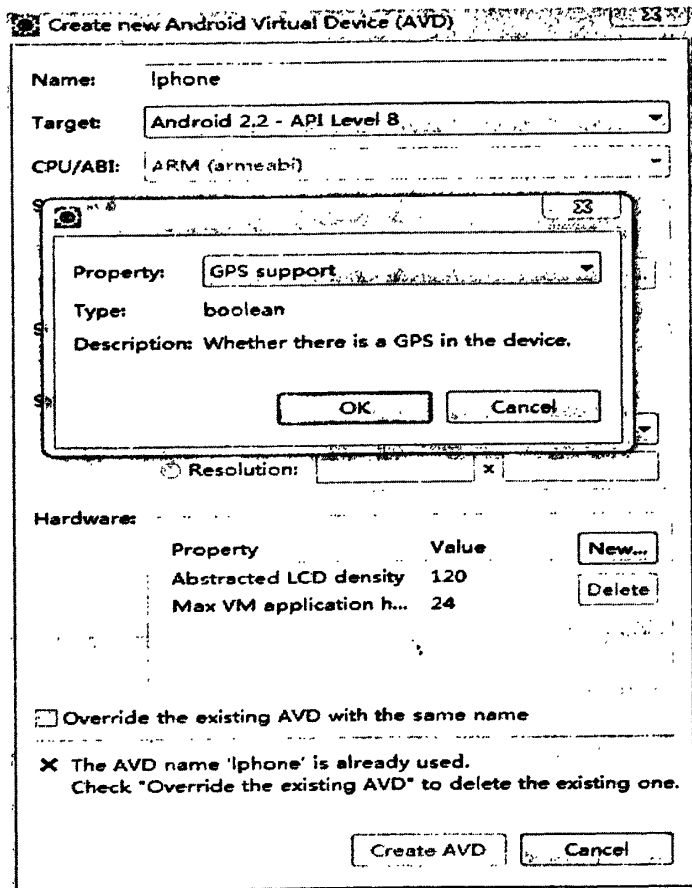


图 7-3 AVD 窗口

2、在 cmd 下手动添加信息。

(1)首先打开模拟器, 然后运行 cmd, 输入 telnet localhost 5554(注: 5554 是模拟器在本机的端口, 有可能不一样, 具体端口号, 模拟器左上方有显示的), 这样会出现 Android Console: type 'help' for a list of commands OK 的字样。

(2)使用 geo 命令模拟发送 GPS 信号: (geo fix 经度 纬度)

例如: geo fix 116.37 39.95

(3)这时就会发现在模拟器的状态栏上多了一个 GPS 的标志后再使用

Location loc = LocationManager.getLastKnownLocation("gps");就能获取到该坐标的位置。

7.3 GoogleMaps API Key 的获取

为了防止Google Maps API接口被滥用, 用户需要申请一个Key才能使用Google Maps API。申请步骤如下:

首先检查C:/Documents and Settings/Administrator/android下面是否有debug.keystore, 如没有则在eclipse下新建一个以Google APIs为Build Targe的项目, 如图7-4, 则该文件会生成。

Target Name	Vendor	Platform	API...
<input type="checkbox"/> Android 1.1	Android Open Source Project	1.1	2
<input type="checkbox"/> Android 1.5	Android Open Source Project	1.5	3
<input checked="" type="checkbox"/> Google APIs	Google Inc.	1.5	3
<input type="checkbox"/> Android 1.6	Android Open Source Project	1.6	4
<input type="checkbox"/> Android 2.0	Android Open Source Project	2.0	5
<input type="checkbox"/> Android 2.0.1	Android Open Source Project	2.0.1	6
<input type="checkbox"/> Android 2.1-update1	Android Open Source Project	2.1-upd...	7
<input type="checkbox"/> Android 2.2	Android Open Source Project	2.2	8

图 7-4 Build Targe的项目

1、在命令行(cmd.exe)下输入:

keytool -list -alias androiddebugkey -keystore (debug.keystore 文件路径) -storepass android -keypass android 如:

```
C:\Document and Settings\Administrator>Keytool-list-alias
androiddebugkey-keystore" C:\Document and
Settings\Administrator\android\debug. keystore" -storepass android-keypass
android androiddebugkey, 2010-6-30, PrivateKeyEntry,
```

认证指纹<MD5>:E7:BD:97:4D:F7:82:DF:1A:9B:52:70:CF:C9:93:C1:4A

其中:

-list: 在终端打印出证书的 MD5 指纹

-keystore <keystore-name>.keystore: 目标密钥所在的密钥库

-storepass <password>: 密钥库密码

-alias <alias_name>: 密钥库内生成 MD5 指纹的密钥别名

-keypass <password>: 指定密钥密码

2、有了 MD5 密码就可以到 Google Map API 密钥的生成页面,

<http://code.google.com/intl/zh-CN/android/maps-api-signup.html> 申请 Map API 密钥, 如图 7-5 所示:

Android Maps APIs Terms of Service

Last Updated: October 13, 2009

Thanks for your interest in the Android Maps APIs. The Android Maps APIs are a collection of services (including, but not limited to, the "com.google.android.maps.MapView" and "android.location.Geocoder" classes) that allow you to include maps, geocoding, and other content from Google and its content providers in your Android applications. The Android Maps APIs explicitly do not include any driving directions data or local search data that may be owned or licensed by Google.

1. Your relationship with Google.

1.1. Your use of any of the Android Maps APIs (referred to in this...

I have read and agree with the terms and conditions ([printable version](#))

My certificate's MD5 fingerprint: E7 BD 97 4D F7 82 DF 1A 9B 52 70 CF C9 93 C1 4A

[Generate API Key](#)

图 7-5 Google Map API 密钥生成页面 (1)

感谢您注册 Android 地图 API 密钥!

您的密钥是:

```
09eLhZAhHdM_g9nKwDES4eLLYDPBHP4INTC2_7-A
```

此密钥适用于所有使用以下指纹所对应证书进行验证的应用程序:

```
87:8B:97:40:F7:82:5F:1A:98:52:70:CF:09:93:02:4A
```

下面是一个 xml 格式的示例, 帮助了解地图功能:

```
<com.google.android.maps.MapView
    android:layout_width="fill_parent"
    android:layout_height="fill_parent"
    android:apiKey="09eLhZAhHdM_g9nKwDES4eLLYDPBHP4INTC2_7-A"
/>
```

图 7-5 Google Map API 密钥生成页面 (2)

至此, 我们就获得了所有开发阶段的应用程序通用的 Map API 密钥。不过需要注意的是, 在应用程序发布时, 需要根据为应用程序签名的密钥重新生成 Map API 密钥, 并在程序中修改引用到 Map API 密钥的地方。

7.4 地址与地理坐标的转换

这两个功能的实现需要有 Internet 的连接。将地址向地理坐标的转换在 Android 中用户可以通过 Geocoder 对象, 利用程序控制的方式, 输出地址的字符串, 反查 GPS 地理坐标。Geocoder 反查 Address 对象的服务没有任何限制, 不过, 实验证明以地址反查坐标的返回结果, 似乎有笔数的限制, 如果反查过多笔数, 可能发生无返回地标的情况。所以, 在输入地址查询时, 应尽可能输入完整地址或者常用的地标语句。传入的地址, 用 Geocoder. getFormLocationName() 方法来取回自 Google 服务器找到的搜索结果, 以 List<Address> 存放, 接着再以 List.Get() 来取出 Address 的对象, 使用 Address.getLatitude() 及 Address.getLongitude() 进一步取得经纬度, 最后以 GeoPoint 的对象作为返回值使用。

地理坐标向地址的转换, 通过传入的 Location 对象来反解 GeoPoint 的函数 getGeoByPoint(), 首先创建一个 Geocoeer 对象, 然后取得地理的坐标经纬度。因为经纬度取得的地址可能有多行, 所以首先需要判断下是否是多行地址, 通过 append 方法进行追加, 最后将获取到的地址组合后放到 StringBuilder 对象中输出。

程序流程图如图7-6:

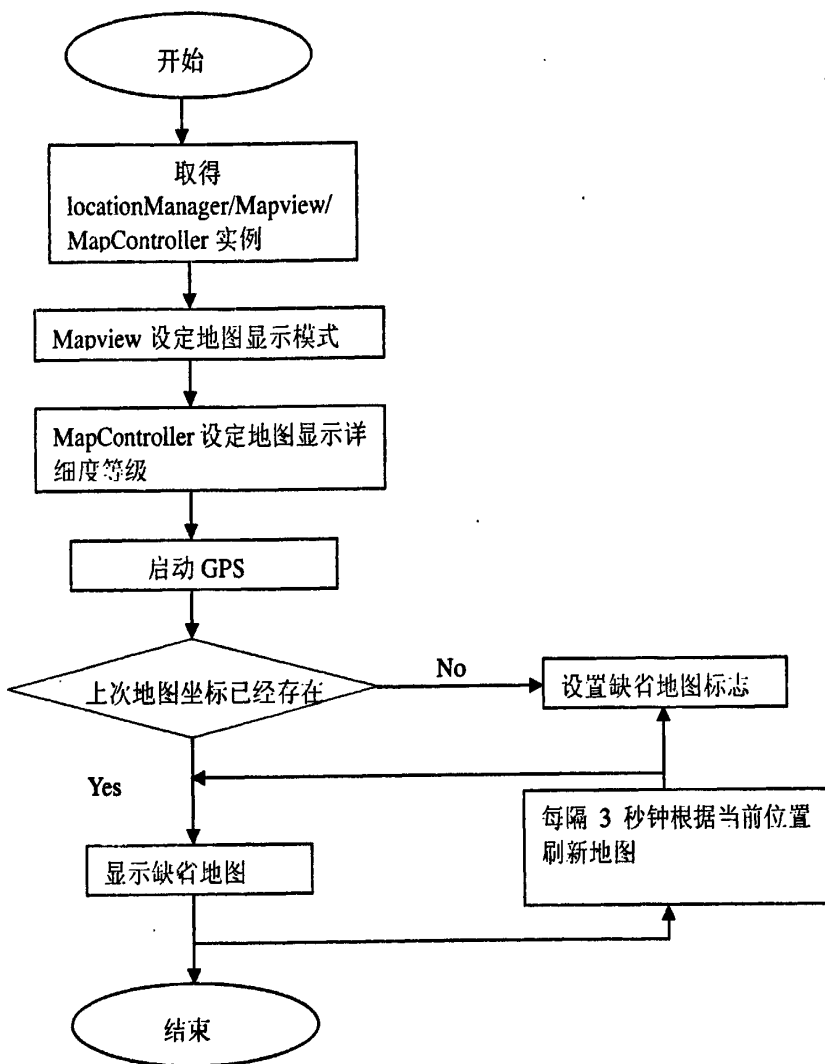


图 7-6 程序流程图

Google 地图应用在开始创建时，首先需要初始化并得到 LocationManager/MapView/MapController 的实例，其中 LocationManager 是位置信息 Android framework 的管理类，MapView 是地图显示的类，用来配置地图的显示模式，缩放控制特性等，MapController 是地图控制的类，可以控制地图的缩放，平移，标注等。初始化完成后，启动 GPS，在显示地图前需要判断是否可以得到上次定位的坐标，如果坐标已经存在，则显示当前坐标的地图，如果坐标不存在，会提供一个缺省的坐标，并按照缺省的坐标来显示地图，地图显示完成后，每隔三秒钟（时间间隔可调整）根据当前的坐标刷新地图，直至用户结束程序。

7.5 项目程序截图

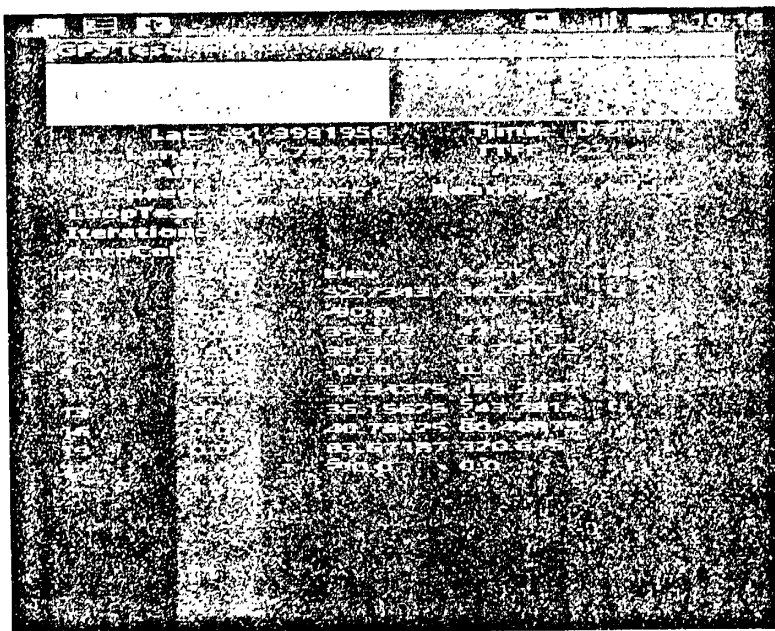


图 7-3 (a) Android 平台 GPS 定位成功截图

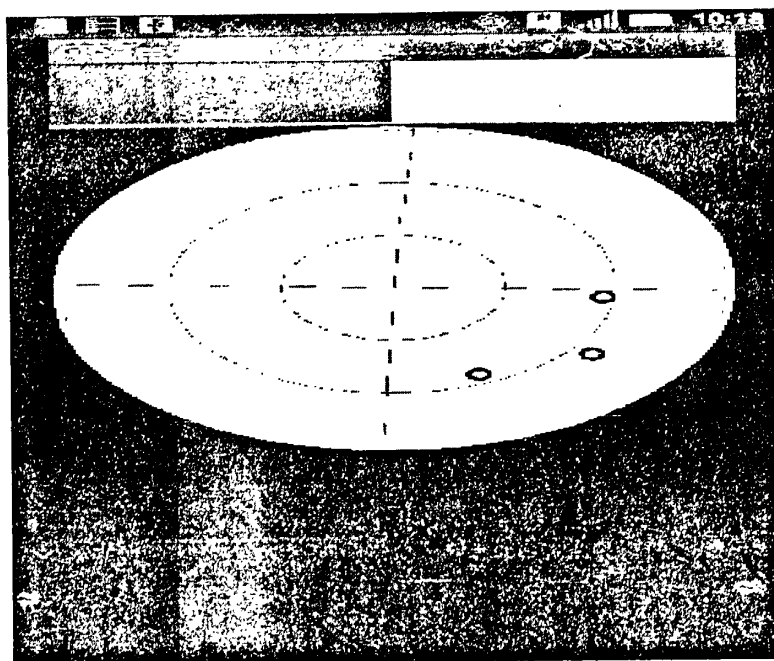


图 7-3 (b) Android 平台 GPS 搜索卫星截图

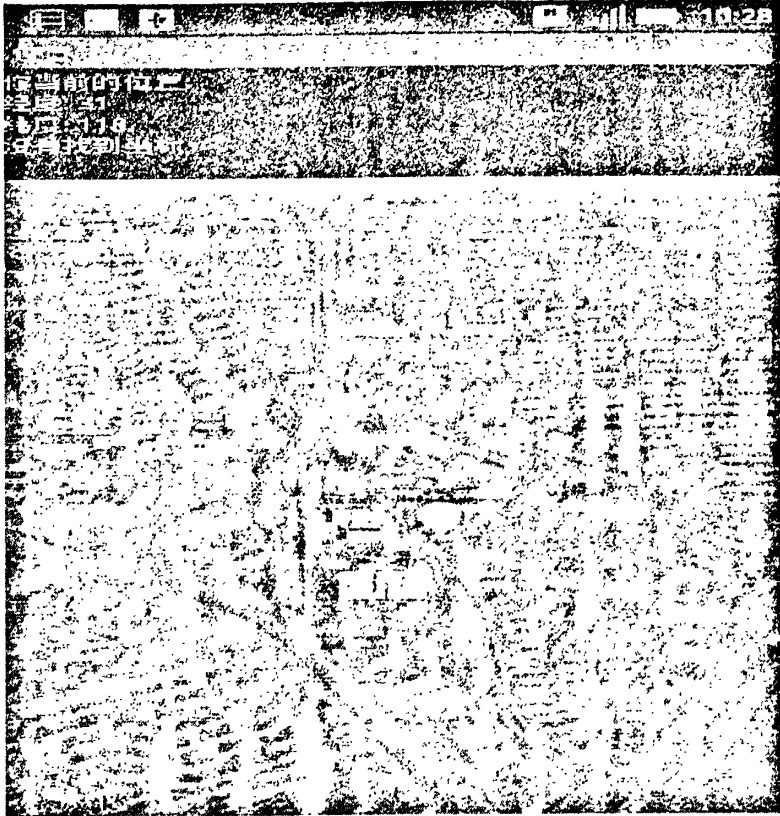


图 7-3 (c) Google Map 定位截图

第八章 总结与展望

随着全球定位系统(GPS)的不断改进和普及,软、硬件技术的不断完善,其应用领域也随着技术的成熟而不断的拓展,目前已经遍及国民经济的各个部门,以及进入大众的日常生活,伴随着卫星导航定位设备的小型化,芯片化。各种嵌入式电子产品种类极大丰富,并于人们的生活结合的越来越紧密。

正是基于当今GPS定位技术在民间的广泛应用,并且结合手机上的智能平台 Android系统在中国的广泛普及,我们开始了对Android上的GPS的研究和开发工作。从而使得用户可以在智能手机上享受更快、更好,更准确的GPS定位服务。

8.1 总结

本论文完成了基于 Android 智能手机平台的 GPS 的开发,其主要工作包括:

1. 详细分析了Android 智能手机平台的特征,系统架构,剖析了Android应用程序的构成,介绍了相关的开发环境与技术。
2. 总结了与系统设计相关的GPS定位原理和算法,完成了GPS串口数据通讯,以及NMEA数据解析的算法设计,讨论了Android平台对GPS程序开发的技术细节;完成了GPS HAL(GPS硬件抽象层)的开发。
3. 分析了辅助型GPS的基本原理,介绍了辅助GPS的协议规范SUPL层的架构,以及标准的消息流程,并给出中国移动关于辅助GPS的技术规范。
4. 基于Android 智能手机平台完成了Google Map的应用开发,并详细给出开发Google Map所需要的背景知识和开发流程,并基于本机的GPS,给出定位成功后的Google Map程序截图。

8.2 展望

本文在Android操作系统的智能手机上实现了GPS的应用开发,利用终端各功能模块的整合,配合相应的软件驱动,完成指定的功能,如对定位信息进行数据处理,计算所在位置的经度,纬度,海拔,速度和时间等。

GPS系统具有全天候、全球覆盖、三维定速、定时、高精度、快速、省时、高效率、应用广泛、多功能等特点,因此可广泛应用于陆地、海洋以及航空航天等各种

环境下。而实时的Google Map地图的使用,更能直观地将丰富的城市地图、全国的公路网图、等地理信息同步地在智能手机上显示出来,方便使用者(不仅仅是汽车驾驶员)进行查询参考,这是以后Android GPS应用开发的重要发展方向。

参考文献

- [1] 袁安存,全球定位系统(GPS)原理与应用.大连海事大学出版社,第 39-40 页, 1999.11
- [2] 袁建平, GPS 在飞行器定位导航中的应用.西北工业大学出版社,第 53-55 页, 2000.4
- [3] 黄智伟,GPS 接收机电路设计.国防工业出版社,第 9-11 页, 2005.6
- [4] 徐绍铨,张华海.GPS 测量原理及应用,武汉大学出版社,第 15-16 页, 1998.12
- [5] 陈忠,Android 环境及 Activity 介绍,北方民族大学硕士论文,第 23-24 页, 2004.7
- [6] 鲁郁, GPS 全球定位接收机—原理与软件实现,电子工业出版社,第 83-85 页, 2009.6
- [7] Leec-J,Wang S-D.Fingerprint Feature Extraction Using Gabor Filters.Electronics Letters 1999
- [8] 吴亚峰,索依娜.Android 核心技术与实例详解.北京邮电大学出版社.第 98-103 页, 2010.10
- [9] 张利国,龚海平,王植萌.Android 移动开发入门与进阶.人民邮电出版社.第 10-12 页, 2009.9
- [10] 郭宏志,Android 应用开发详解.电子工业出版社,第 25-27 页, 2010.6
- [11] 余志龙,陈昱勋,郑名杰主编.Google Android SDK 开发范例大全(第 2 版).人民邮电出版社,第 107-115 页, 2010.6
- [12] 杨丰盛,Android 应用开发揭秘,机械工业出版社,第 53-54 页, 2011 年 5 月
- [13] 陈莉君,康华.Linux 操作系统原理与应用,清华大学出版社.第 16-18 页, 2006.1
- [14] 王洪辉,嵌入式系统 Linux 内核开发实战指南(ARM 平台),电子工业出版社,第 21-23 页, 2009.3
- [15] 李宁,Android/OPhone 开发完全讲义,中国水利水电出版社.2010.6
- [16] 吴亚峰,Android 编程典型实例与项目开发,电子工业出版社,第 44-46 页, 2011.10
- [17] 刘大杰,全球定位系统(GPS)的原理与数据处理,同济大学出版社,第 4-7 页, 2001 年 7 月

- [18] 华清远见嵌入式培训中心,嵌入式 Linux 应用程序开发标准教程(第2版),人民邮电出版社,第45-47页,2009.4
- [19] (美)Evi Nemeth, Garth Snyder, Trent R. Hein, Linux. 系统管理技术手册(第二版),人民邮电出版社,2008.5
- [20] 董绪荣, GPS/INS 组合导航定位及其应用,长沙国防科技大学出版社,第17-18页,1998.7
- [21] 徐绍铨, GPS 测量原理及应用(3S丛书),武汉武汉测绘科技大学出版社,第7-10页,1998.9
- [22] 边少锋,大地坐标系与大地基准,国防工业出版社,第19-20页,2005.5
- [23] (美)Andrew S. Tanenbaum, Albert S. Woodhull, 操作系统设计与实现,第31-32页,2007.3
- [24] (美)Juliet Kemp, Linux 系统管理疑难解析,人民邮电出版社,第33-35页,2010.9
- [25] (美)Jonathan Corbet, Alessandro Rubini, Greg Kroah-Hartman, Linux 设备驱动程序(第三版)中国电力出版社,第28-29页,2006.1
- [26] 张勤,李家权等. GPS 测量原理及应用,科学出版社,第1-5页,2005年7月
- [27] 黎恢来,手机结构设计生产制造方法,电子工业出版社,第23-27页,2010.3
- [28] 韦兴建, GPS 技术及其在工程测量中的应用研究.广西电力工业勘察设计研究院硕士学位论文,第4-5页,2009.4
- [29] 彭四清,基于掌上电脑的 GPS 测探系统.中国有色金属工业长沙勘察设计研究院,第37-45页,2007.6
- [30] 丁海宁, GPS 外场数据与电脑的数据通讯,北方民族大学硕士学位论文,第21-23页,2008.7

攻读学位期间公开发表的论文

1. 周峰. 单片机实现温度的远程控制. 内江科技 2011 年总第 194 期

致 谢

在论文完成之际，首先要衷心感谢我的导师陈蕾老师。在课题选择、研究和论文进行过程中，始终得到了导师的悉心指导、热情鼓励和无私帮助，从她身上我学到了许多科学的思维方式和科研方法。导师严谨的治学风格、勤奋刻苦的工作态度、求实创新的敬业精神深深地影响着我，使我终身受益。

感谢同班同学陆静玲、朱巍峰、于晶晶在我毕业设计工作中给予我的关心和帮助。

感谢家人在精神和物质上的支持。

最后衷心感谢所有曾经给予我指引和帮助的老师和朋友。