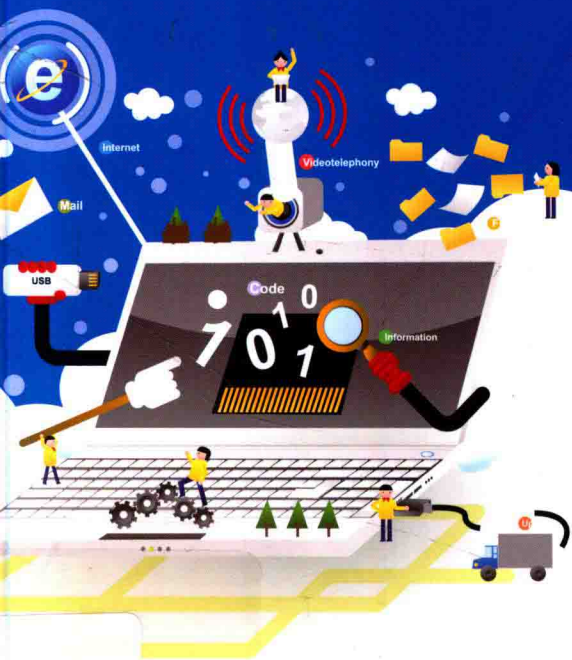


国家级特色专业（物联网工程）规划教材

物联网 编程技术



鲁鸣鸣 编著

本书以具体的物联网应用作为切入点，以具体的终端平台作为载体，以基于安卓平台的传感器资源管理和调度框架，以及基于此框架的一个具体应用（用户情境感知）作为案例，并配有教学课件，以适应教学的需要。



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

国家级特色专业（物联网工程）规划教材

物联网编程技术

鲁鸣鸣 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以一个具体的物联网应用（群智感知网络）作为物联网编程的切入点，以一个具体的物联网终端平台（安卓）作为物联网编程的载体，以一个基于安卓平台的传感器资源管理和调度框架，以及基于此框架的一个具体应用（用户情境感知）作为案例，以适应课堂教学的需要，从而避免过于宽泛的物联网编程概念落不到实处的尴尬。

本书首先介绍了群智感知网络的基本概念和相关应用，以及群智感知网络和物联网编程的联系，然后讨论了安卓平台的一些核心思想和概念，包括基于 XML 的用户界面设计、用户界面组件及其生命周期、MVC 设计模式、基于 Intent 的组件连接模型等。在对安卓平台有初步的认识后，本书进一步描述了安卓平台上与传感器相关的一些 API 使用的模式，并由此引出一个开源的统一调度使用安卓平台传感器资源的框架。基于此框架，本书给出了一个使用该框架设计和实现用户情境感知应用的案例作为总结。

本书可作为普通高等学校物联网工程专业的教材，也可供从事物联网及其相关专业的人士阅读。

本书配有教学课件，读者可登录华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）免费注册后下载。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

物联网编程技术/鲁鸣鸣编著. —北京：电子工业出版社，2017.10

国家级特色专业（物联网工程）规划教材

ISBN 978-7-121-32888-6

I. ①物… II. ①鲁… III. ①互联网络—应用—教材②智能技术—应用—教材 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 247873 号

责任编辑：田宏峰

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司

装 订：三河市鑫金马印装有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×980 1/16 印张：14.25 字数：319 千字

版 次：2017 年 10 月第 1 版

印 次：2017 年 10 月第 1 次印刷

定 价：49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：tianhf@phei.com.cn。

出版说明

物联网是通过射频识别 (RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网相连接,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络概念。物联网是继计算机、互联网和移动通信之后的又一次信息产业的革命性发展。物联网产业具有产业链长、涉及多个产业群的特点,其应用范围几乎覆盖了各行各业。

2009年8月,物联网被正式列为国家五大新兴战略性新兴产业之一,写入“政府工作报告”,物联网在中国受到了全社会极大的关注。

2010年年初,教育部下发了高校设置物联网专业申报通知,截至目前,我国已经有100多所高校开设了物联网工程专业,其中有包括中南大学在内的9所高校的物联网工程专业于2011年被批准为国家级特色专业建设点。

从2010年起,部分学校的物联网工程专业已经开始招生,目前已经进入专业课程的学习阶段,因此物联网工程专业的专业课教材建设迫在眉睫。

由于物联网所涉及的领域非常广泛,很多专业课涉及其他专业,但是原有的专业课的教材无法满足物联网工程专业的教学需求,又由于不同院校的物联网专业的特色有较大的差异,因此很有必要出版一套适用于不同院校的物联网专业的教材。

为此,电子工业出版社依托国内高校物联网工程专业的建设情况,策划出版了“国家级特色专业(物联网工程)规划教材”,以满足国内高校物联网工程的专业课教学的需求。

本套教材紧密结合物联网专业的教学大纲,以满足教学需求为目的,以充分体现物联网工程的专业特点为原则来进行编写。今后,我们将继续和国内高校物联网专业的一线教师合作,以完善我国物联网工程专业的专业课程教材的建设。

电子工业出版社

教材编委会

编委会主任：施荣华 黄东军

编委会成员：（按姓氏字母拼音顺序排序）

董 健 高建良 桂劲松 贺建飏

黄东军 刘连浩 刘少强 刘伟荣

鲁鸣鸣 施荣华 张士庚

现在，物联网工程专业的学生感到比较困惑的一点就是，他们当初选择物联网工程专业就是因为看到了物联网工程专业的美好前景，但现实的情况是，现在物联网工程专业的毕业生找的工作往往跟物联网并没有直接的关系。难道物联网只是一个概念？同学们只是被忽悠了？本书作者更愿意相信属于物联网的时代还尚未真正到来，只是其概念被资本和媒体提前炒热了。众所周知，一个行业的兴盛离不开其商业上的成功，物联网的兴盛跟物联网商业上相关产业的兴起有着密切的关系。

从互联网时代开始，跟踪就成了互联网经济的一个特点。互联网公司早期是根据 Cookie（存储在用户本地终端上的数据）来跟踪用户在互联网上行为的。到了移动互联网时代，电话号码成了人的标识，加上手机定位的功能，使得我们跟踪一个人的行为变得非常容易。这种跟踪的做法，给商家带来了机会，但跟踪对经济的贡献非常小。在 IoT（物联网）时代，跟踪经济将被发扬光大。未来的商业将会精确到每一个人、每一笔交易、每一个中间过程。要实现跟踪经济，物联网是必不可少的一项重要技术。另外，医疗健康领域也亟需物联网技术的支撑。我们对自己身体的“运行状态”知之甚少，对人类健康的威胁在很大程度上是因为我们对自己的状态不自知。在过去，人们了解自身是非常困难的。今天，各种可穿戴式设备在某种程度上可以帮助我们了解自己的身体状况，虽然它们提供的信息未必像专业设备那样准确，但是这种业余的、长期的跟踪，比一次专业的检测更有意义。在未来，我们有可能做到在我们去医院之前，医生就已经对我们身体上的毛病有了一个比较准确的了解。物联网是个很宽泛的概念，而跟踪是它一个重要的功能，物联网的技术最终会带来巨大的商业利益，这就是跟踪经济的基础。据估计，跟踪经济的规模到 2030 年，为整个物联网带来的经济增量可以达到 70000 亿美元。所以说，物联网这个行业具有非常美好的前景，而不只是一个概念。

物联网从其构成上来讲，主要有物联网终端和后台云平台两部分。由于一门课程无法涵盖物联网编程的所有方面，所以本书侧重物联网终端方面的编程。从物联网终端来看，主要有两大类终端，一种是以智能手机、平板电脑、智能手表为代表的具有图形操作界面的安卓、苹果平台产品（具有编程框架，采用 Java、Object-C、Swift 等编程语言）；另一种是以智能手环等智能穿戴设备，以及其他物联网终端为代表的、需要底层编码（无编程框架，采用 C、C++、汇编等语言）的物联网终端。从通用性和普及程度来讲，以安卓平台为

代表的物联网终端更具有代表性，因此，本书将以安卓平台为例讲解物联网编程的基本原理和应用。

本书编写的主要目的是为物联网工程专业“物联网编程”这一课程的本科教学提供一本参考教材。作者在初次接触该课程以及编写该教材时，感觉实在是无从下手，毕竟物联网编程这一概念实在是太过于宽泛了，而市面上又没有类似的书籍或者文献可以参考。

本书在撰写过程中，从构思来看就经历了三次大的改动，每次都不能令人满意，导致书稿的撰写一拖再拖，迟迟无法完成写作。最后在电子工业出版社田宏峰编辑的鼓励下，根据作者这几年教学的体会，决定采用以前构思的一种思路（通过安卓平台来构建物联网终端，并作为一个感知节点采集数据，以及利用采集的数据构建基于物联网的用户状态感知跟踪系统）来完成本书的撰写。

写完后仍然觉得本书有很多不尽如人意的地方，但总算可以和读者见面了。在此也要再次感谢对本书的撰写提供很多帮助的黄东军教授，电子工业出版社的田宏峰编辑，我的已经毕业了硕士田博。

物联网技术发展很快，应用非常广泛，物联网编程技术涉及的内容也非常多，由于个人认知水平还有待进一步提高，所以错误和疏漏之处在所难免，希望读者不吝指出本书的不足，以便改进。

作者

2017年9月



第 1 章 物联网编程与群智感知	(1)
1.1 物联网与泛群感知	(1)
1.2 泛群感知基本概念	(2)
1.3 群智感知网络的基本特征	(3)
1.4 群智感知网络的系统结构	(4)
1.5 群智感知网络的典型应用	(5)
1.6 群智感知与安卓应用开发	(10)
1.6.1 Android 简介	(10)
1.6.2 搭建 Android 开发环境	(12)
第 2 章 Android 应用初步	(15)
2.1 应用基础	(16)
2.2 创建 Android 项目	(17)
2.3 Android 工作区导航	(19)
2.4 用户界面设计	(20)
2.4.1 视图层级结构	(24)
2.4.2 组件属性	(26)
2.4.3 创建字符串资源	(27)
2.4.4 预览界面布局	(28)
2.5 从布局 XML 到视图对象	(29)
2.6 组件的实际应用	(33)
2.6.1 类包组织导入	(34)
2.6.2 引用组件	(34)
2.6.3 设置监听器	(35)
2.7 使用模拟器运行应用	(41)
2.8 Android 编译过程	(42)



第3章 Android 与 MVC 设计模式	(45)
3.1 创建新类	(46)
3.2 Android 与 MVC 设计模式	(49)
3.3 更新视图层	(50)
3.4 更新控制层	(53)
3.5 在设备上运行应用	(57)
3.5.1 连接设备	(57)
3.5.2 配置设备用于应用开发	(57)
3.6 添加图标资源	(59)
3.6.1 向项目中添加资源	(59)
3.6.2 在 XML 文件中引用资源	(60)
3.7 挑战练习一：为 TextView 添加监听器	(62)
3.8 挑战练习二：添加后退按钮	(62)
3.9 挑战练习三：从按钮到图标按钮	(62)
第4章 Activity 的生命周期	(65)
4.1 日志跟踪理解 Activity 生命周期	(66)
4.1.1 输出日志信息	(66)
4.1.2 使用 LogCat	(69)
4.2 设备旋转与 Activity 生命周期	(73)
4.2.1 设备配置与备选资源	(74)
4.2.2 创建水平模式布局	(74)
4.3 设备旋转前保存数据	(80)
4.4 再探 Activity 生命周期	(83)
4.5 深入学习：测试 onSaveInstanceState(Bundle)方法	(84)
4.6 深入学习：日志记录的级别与方法	(85)
4.7 挑战	(87)
第5章 传感器 API 概述	(88)
5.1 传感器概述	(89)
5.1.1 传感器是什么	(89)
5.1.2 传感器的分类	(89)
5.2 改进 SensorTest 程序	(91)
5.2.1 回顾	(91)



5.2.2	传感器 API	(91)
5.2.3	SensorEvent	(95)
5.3	使用传感器数据	(98)
5.3.1	使用相对布局的好处	(99)
5.3.2	对 SensorEvent 封装的数据进行操作	(106)
5.4	不同传感器信息的显示	(107)
5.4.1	完善 SensorTest	(108)
5.4.2	修改 onSensorChanged()	(110)
5.5	传感器类型	(112)
5.6	有关 Sensor 的物理概念	(113)
第 6 章	第二个 Activity	(114)
6.1	创建第二个 Activity	(115)
6.1.1	创建新布局	(115)
6.1.2	创建新的 Activity 子类	(119)
6.1.3	在 manifest 配置文件中声明 ConfigActivity	(119)
6.1.4	为 SensorActivity 添加 Config 按钮	(121)
6.2	启动 Activity	(123)
6.2.1	基于 Intent 的通信	(123)
6.2.2	显式与隐式 Intent	(125)
6.3	Activity 间的数据传递	(125)
6.3.1	使用 Intentextra	(126)
6.3.2	从子 Activity 获取返回结果	(130)
6.4	Activity 的使用与管理	(142)
第 7 章	位置管理器	(146)
7.1	Android 位置服务 API	(147)
7.1.1	LocationManager	(147)
7.1.2	获取位置更新	(148)
7.1.3	LocationProvider	(148)
7.1.4	Location	(148)
7.1.5	Criteria	(149)
7.2	LocationListener	(150)
7.2.1	获取 LocationManager 系统服务	(150)



7.2.2	确定使用的位置数据源	(151)
7.2.3	设置 LocationListener 监听器	(151)
7.2.4	注册 LocationListener 监听器	(153)
第 8 章	Funf 开源感知框架	(156)
8.1	Funf Journal	(156)
8.2	Funf 开源感知框架概述	(160)
8.3	设计 Probe 接口	(162)
8.3.1	Probe 接口的实现	(162)
8.3.2	getData()的实现	(163)
8.3.3	通过回调方式发送数据	(166)
8.3.4	发送数据	(167)
8.3.5	修改 LocationProbe	(169)
8.3.6	实现 ProbeTest	(170)
8.4	BasicPipeline	(173)
8.4.1	处理保存数据的 BasicPipeline	(173)
8.4.2	BasicPipeline 的使用	(176)
8.5	FunfManager	(178)
8.5.1	Android Service	(179)
8.5.2	FunfManager Service	(180)
第 9 章	利用 Funf 实现情境感知	(187)
9.1	情境与情境感知	(187)
9.1.1	情境	(187)
9.1.2	情境感知 (Context-Aware)	(187)
9.2	总体框架设计	(188)
9.2.1	感知层	(188)
9.2.2	推理层	(189)
9.2.3	应用层	(191)
9.3	系统实现	(191)
9.3.1	感知层实现	(191)
9.3.2	推理层实现	(191)
9.3.3	应用层实现	(213)
参考文献		(217)

物联网编程与群智感知

1.1 物联网与泛群感知

物联网作为国家五大新兴战略性新兴产业之一，在我国受到了极大的关注。目前，物联网的推广和实施面临许多问题，其中，最大的瓶颈之一就是终端传感基础设施的建设成本高、能耗大，缺乏足够的激励手段，使得大规模推广应用的困难较大，难以形成自支撑、自发展的完备体系。

然而，实际上现有的很多以个人电子消费品形式进入人们日常生活的传感器资源却没有被充分利用，比如，智能手机上有丰富的传感器资源，包括位置传感器（GPS）、光线传感器、近距离传感器、气压传感器、加速度传感器、陀螺仪、磁传感器、相对湿度传感器和环境温度传感器等，另外像广播接收天线、麦克风和摄像头也可被用来感知外界的声音和图像信号，而 Wi-Fi、蓝牙、NFC、GPRS、3G、4G 等通信方式可以被用来感知外界的无线信号。通过各种通信方式，智能手机还能与外接传感器相连，感知很多类型的环境信息。

类似的具有感知和计算能力的个人电子消费品还包括平板电脑、以 iPod 为代表的音乐播放器、嵌入传感器的游戏设备（Wii、Xbox Kinect）、具有智能和连网能力的家用电器、谷歌眼镜、iWatch 等。

除了个人电子消费品外，各式卡片和读卡器，甚至人本身（通过社交网络、人肉搜索和微博等）都能参与感知。汽车上也有很多传感器资源，有调查表明在 2010 年，平均每辆汽车中装载的传感器数量将达到 150 个，而其中像油耗传感器、GPS 传感器、胎压传感器等大量传感器都可以被用来采集城市交通和环境信息。这些传感器或许是起到传



传感器作用的物件或人, 提供了大量免费或者近似免费的感知机会。相对于专用传感器而言, 不需要额外的维护成本。充分利用好这些感知机会, 让诸多传感器合作协调以形成传感器群, 并让这些多种多样的传感器群(通常掌握在不同人手里, 即泛群)自觉自愿成为物联网的一部分是物联网实现跨越式发展的重大契机。

由泛群构成的感知网络(简称泛群感知网络)相比于传统无线传感网络(物联网的主要支撑技术之一), 具有以下一些优点。

首先, 泛群感知网络利用现有的感知资源和通信架构(蜂窝网、Wi-Fi 等), 几乎没有部署成本。

其次, 与传统传感网感知对象相对固定, 以及感知目标相对单一的特点不同, 泛群感知中的感知机会可以说是无处不在、无时不有, 泛群感知网络中感知设备的移动性和规模使得泛群感知网络能够达到史无前例的时空覆盖性, 能够观察到静态部署的传感网络所不能监测的事件。

第三, 泛群感知网络具有显著的经济规模效应, 数以亿计的汽车和数以十亿计的手机, 还有其他大量内置传感器的个人电子消费品, 以及卡群和人群等, 形成了规模庞大的潜在泛群感知网络。

第四, 以 Android 和 iOS 为代表的软件开发工具和发布平台为泛群感知应用的开发提供了极大的便利, 使得开发难度大为降低, 有利于泛群感知的迅速推广, 类似的应用开发工具也已延伸到汽车领域^[1]。

最后, 泛群感知网络中的感知设备与人们的日常工作和生活的结合日趋紧密, 提供以人为中心的感知与计算, 为人们的日常生活提供便利, 这在传统传感网中是难以体现的。

1.2

泛群感知基本概念

学术界通常将像泛群感知这种利用普适的移动设备提供感知服务的物联网新型感知模式称为“以人为中心的感知”。按照感知对象的类型和规模, 这种感知模式的应用可以分为两类: 个体感知(Personal Sensing)和社群感知(Community/Social Sensing)。典型的个体感知应用包括对个人的运动模式(如站立、行走、慢跑、快跑等)进行监测来促进身体健康, 对个人的日常交通模式(如自行车、汽车、公交车、火车等)进行监测来



记录个人的碳排放足迹等。

相比而言,社群感知可以完成那些仅依靠个体很难实现的大规模、复杂的社会感知任务。例如,在交通拥堵状况和城市空气质量监测应用中,只有当大量的个体提供行驶速度或空气质量信息,并将这些信息进行汇聚分析,才能了解整个城市的交通状况或空气质量信息。

社群感知又称为群智感知(Crowd Sensing),这主要来源于众包(Crowdsourcing)的思想,所以又称之为众包感知(Crowdsourced Sensing)。众包是《连线》(Wired)杂志在2006年发明的一个专业术语,用来描述一种新的分布式问题解决和工作模式,即企业利用互联网将工作分配出去、发现创意或解决技术问题。近年来,人们将众包的思想与移动感知相结合,将普通用户的移动设备作为基本感知单元,通过移动互联网进行有意识或无意识的协作,形成群智感知网络,实现感知任务分发与感知数据收集,完成大规模的、复杂的社会感知任务。因为目前国内学术圈将社群感知、泛群感知统称为群智感知,侧重于表达该类型网络充分利用用户群和终端设备群的智慧及智能进行感知的概念,为了表述上的一致性,本书统称该类型网络为群智感知网络。

1.3 群智感知网络的基本特征

在传统的无线传感器网络中,人仅仅作为感知数据的最终“消费者”。相比而言,群智感知网络一个最重要的特点是人将参与数据感知、传输、分析、应用等整个系统的每个过程,既是感知数据的“消费者”,也是感知数据的“生产者”,套用一个流行的新造词,可称之为 Prosumer。这种以人为中心的基本特征为物联网感知和传输手段带来了前所未有的机会,具体表现如下。

(1) 网络部署成本更低。首先,城市中已有大量的移动设备或车辆,无须专门部署;其次,人的移动性可以促进感知覆盖与数据传输。一方面,随着移动设备的持有者随机地到达各个地方,这些节点就可随时随地进行感知;另一方面,由于移动节点之间的相互接触,这些节点可以使用“存储-携带-转发”的机会传输模式在间歇性连通的网络环境中传输感知数据。

(2) 网络维护更容易。首先,网络中的节点通常具有更好的能量供给,更强的计算、存储和通信能力;其次,这些节点通常由其持有者进行管理和维护,从而处于比较好的



工作状态。例如，人们总是可以随时根据需要来对自己的手机等移动设备进行充电。

(3) 系统更具有可扩展性。我们只需要招募更多的用户参与就可满足系统应用规模的扩大。

由于上述优点，群智感知网络成为物联网新型的重要感知手段，可利用普适的移动感知设备完成那些仅依靠个体很难实现的大规模、复杂的社会感知任务。

1.4 群智感知网络的系统结构

如图 1-1 所示，一个典型的群智感知网络通常由感知平台和移动用户两部分构成。

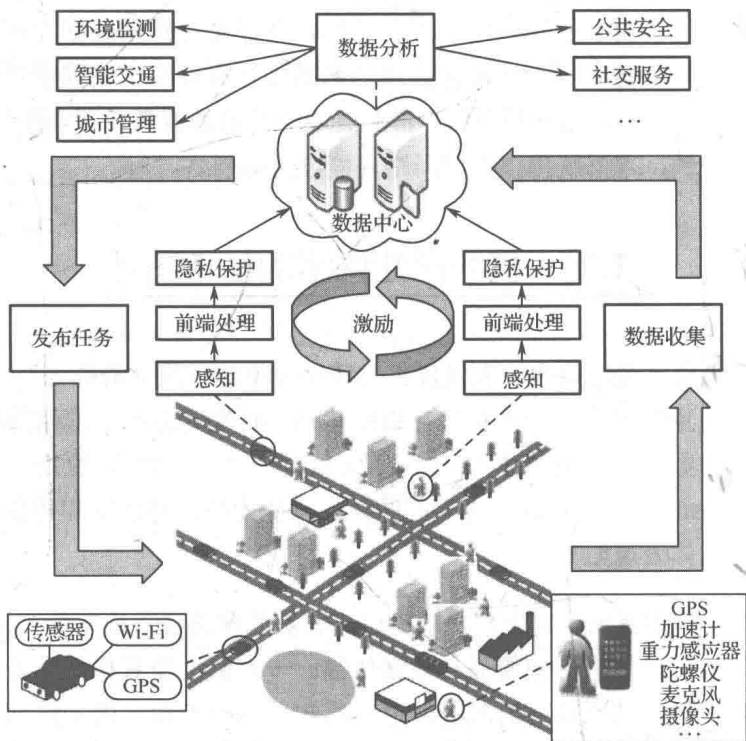


图 1-1 群智感知网络系统结构

其中，感知平台由位于数据中心的多个感知服务器组成；移动用户可以利用智能手机中所嵌入的各种传感器（如 GPS、加速计、重力感应器、陀螺仪、电子罗盘、光线距离感



应器、麦克风、摄像头等), 车载感知设备(如 GPS、OBD-II 等), 可穿戴设备(如智能眼镜、智能手表等), 以及其他便携式电子设备(如 Intel 的空气质量传感器)等采集各种感知数据, 并通过移动蜂窝网络(如 GSM、3G/4G)或短距离无线通信的方式(如蓝牙、WiFi)与感知平台进行网络连接, 并上报感知数据。系统的工作流程可以描述为以下五个步骤。

(1) 感知平台将某个感知任务划分为若干个感知子任务, 通过开放呼叫的方式向移动用户发布这些任务, 并采取某种激励机制吸引用户参与。

(2) 用户得知感知任务后, 根据自己的情况决定是否参与感知活动。

(3) 参与用户利用所携带移动设备的传感器进行感知, 将感知数据送到前端进行处理, 并采用隐私保护手段将数据上报到感知平台。

(4) 感知平台对所获得的所有感知数据进行处理和分析, 并以此构建环境监测、智能交通、城市管理、公共安全、社交服务等各种群智感知应用。

(5) 感知平台对用户数据进行评估, 并根据所采用的激励机制对用户感知所付出的代价进行适当补偿。

1.5 群智感知网络的典型应用

目前, 群智感知网络已应用到如下典型领域。

1. 环境监测

与传统的传感器网络相比, 群智感知网络利用普适的移动感知设备, 能以较小成本实现对整个城市的自然环境的大规模监测, 如图 1-2 所示。

例如, CommonSense 利用手持式的空气质量传感器测量空气污染(如 CO_2 、 NO_x)状况, 并将其通过蓝牙与手机连接以上报感知数据; NoiseTube 和 Ear-Phone 利用手机的麦克风测量环境噪声, 并汇集大量用户的感知数据构造城市的环境噪声地图; CreekWatch 利用用户拍照或文本描述来记录不同地方的水质或垃圾数量, 用来跟踪水质污染。

2. 智能交通

利用普适的移动感知设备对路况信息进行收集、处理后反馈给用户, 向用户提供更



智能的出行路线和驾驶辅助，如图 1-3 所示。

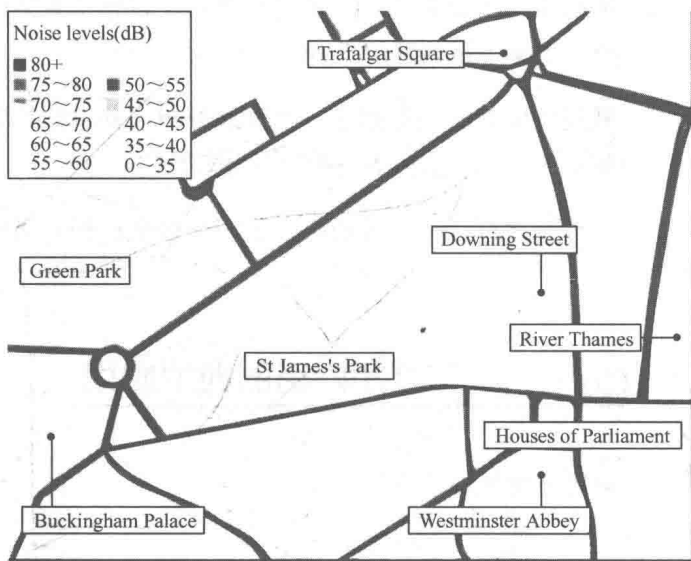
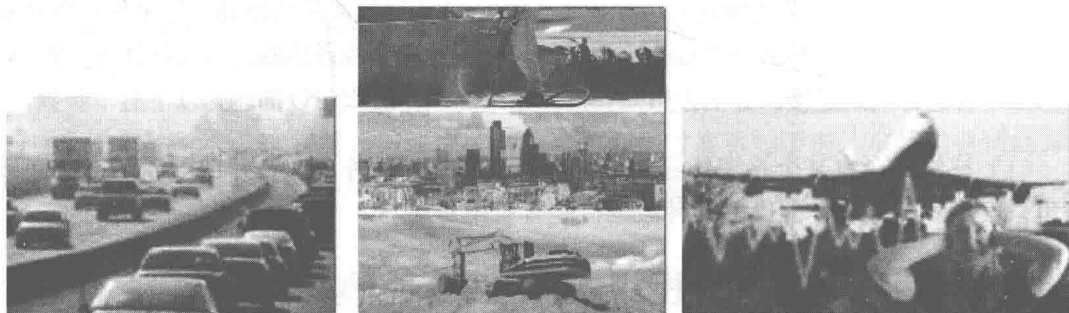


图 1-2 环境检测

例如，CarTel 和 VTrack 利用位置传感器采集用户移动轨迹，估计交通拥堵状况、交通延迟等，为用户提供合适的行驶路线；SignalGuru 利用手机摄像头感知当前交通灯的颜色，并通过在附近车辆间共享信息来预测交通灯的变化状态，辅助驾驶员正确调整速度，达到减少停车次数、降低燃油消耗的目的，同时也改善了交通状况；GreenGPS 通过采集用户的车载 GPS 信息，并与车辆的燃油消耗相关联，从而为用户提供燃油消耗更少的绿色出行路线。