**密级：商业秘密 保密期限：三年**



**硕士学位论文**



**题目： 参与式感知平台的激励机制研究与实现**

**学 号： 2013111243**

**姓 名： 王东升**

**专 业： 通信与信息系统**

**导 师： 龚向阳**

**学 院： 网络技术研究院**

**2015年 1月 2日**

独创性（或创新性）声明

本人声明所呈交的论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢中所罗列的内容以外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得北京邮电大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任。

本人签名： 日期：

关于论文使用授权的说明

学位论文作者完全了解北京邮电大学有关保留和使用学位论文的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属北京邮电大学。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘，允许学位论文被查阅和借阅；学校可以公布学位论文的全部或部分内容，可以允许采用影印、缩印或其它复制手段保存、汇编学位论文。（保密的学位论文在解密后遵守此规定）

保密论文注释：本学位论文属于保密在 三 年解密后适用本授权书。

本人签名： 日期：

导师签名： 日期：

参与式感知平台的激励机制研究与实现

# 摘 要

关键词：

RESEARCH AND IMPLEMENTATION OF INCENTIVE MECHANISM FOR PARTICIPATORY SENSING PLATFORM

# ABSTRACT

# 目录

[摘 要 I](#_Toc438205144)

[ABSTRACT II](#_Toc438205145)

[目录 III](#_Toc438205146)

[第一章 绪论 1](#_Toc438205147)

[1.1 研究背景与意义 1](#_Toc438205148)

[1.2 研究内容与目标 2](#_Toc438205149)

[1.3 论文结构 3](#_Toc438205150)

[第二章 相关技术介绍 4](#_Toc438205151)

[2.1 参与式感知 4](#_Toc438205156)

[2.2 平台开发环境和技术路线 4](#_Toc438205163)

[第三章 激励机制的研究 4](#_Toc438205168)

[3.1 激励机制研究综述 4](#_Toc438205172)

[3.2 重要的激励机制分析 4](#_Toc438205173)

[3.3 动态分配预算的激励机制设计 4](#_Toc438205174)

[3.4 激励机制效果仿真 4](#_Toc438205175)

[第四章 激励机制的设计与实现 4](#_Toc438205176)

[4.1 需求分析 4](#_Toc438205181)

[4.2 激励机制的概要设计 4](#_Toc438205182)

[4.3 激励机制的详细设计 4](#_Toc438205183)

[4.4 实现 4](#_Toc438205184)

[第五章 系统测试 4](#_Toc438205185)

[5.1 条目 5](#_Toc438205191)

[5.2 条目 5](#_Toc438205192)

[第六章 总结与展望 5](#_Toc438205193)

[6.1 工作总结 5](#_Toc438205195)

[6.2 工作展望 5](#_Toc438205196)

[参考文献 5](#_Toc438205197)

[致谢 7](#_Toc438205198)

[攻读学位期间发表的学术论文和科研情况 8](#_Toc438205199)

# 第一章 绪论

## 研究背景与意义

什么是参与式感知，来龙去脉。

近年来，乘着摩尔定律的浪潮，手机性能在飞速的提高，处理能力更强、嵌入的传感器更丰富、存储空间更大、网络传输速率更快。今天的手机已经从仅仅能打电话的功能机阶段进化到有丰富计算、感知和通信能力的智能设备时期。根据ITU的数据【1】，截止到2015年末，全球移动蜂窝用户会达到70亿，其中有20亿智能手机用户，并且据调查，83%的互联网用户更喜欢用他们的移动设备上网。随着手机技术和通信技术的进步，手机已进入到大众生活的各个角落，在此条件下，一种新型的完成大规模感知任务的方案——“参与式感知”应运而生【2】【3】。参与式感知的关键思路是使普通大众有能力对周边环境用手机进行感知，并且分享收集到的感知数据。

什么是参与式感知？

优点、缺点

虽然手机不是特别制造来用作感知的，但事实上手机可以很好地作为复杂的传感器来工作。相机可以作为视频或图片传感器，麦克风是2倍人声频率的音频传感器，嵌入的GPS接收器可以提供位置信息，其他的嵌入传感器如陀螺仪、加速计和接近传感器可以综合利用来感知和估计手机携带者的环境信息，比如手机携带者是在走路还是骑行等等。另外，通过蓝牙或有线连接，外置传感器可以容易的和手机连接，例如空气质量检测仪等，所以手机作为传感器集成平台有灵活的可扩展性。

典型的参与式感知应用工作在一种中心型的方式，即志愿者通过手机传感器采集的数据，通过无线数据通信上传到中央服务器进行处理。手机端的感知任务可以手动触发、自动触发（更多的称作机会感知）或根据环境上下文触发；在服务器端，数据被分析、处理成可用的形式，通过数据可视化技术在个人的手机上或web界面中展示出来。如下图所示

参与式感知对比于传统的传感器网络有四点优势，后者通常需要部署大量固定的无线传感器设备，尤其是在都市区域。第一，因为参与式感知利用现有的感知（手机中的传感器）和通信（蜂窝或WiFi）基础设施，部署开销几乎为零；第二，手机用户固有的移动性使得参与式感知能提供空前的时空覆盖范围，而传统固定传感器网络所感知的范围是固定不变的；第三，手机应用的开发工具和发布平台都很成熟，使得参与式感知应用的开发和部署变得简单；最后，将普通大众吸引到参与式感知活动中，可以宣传环保等概念，这将巨大地改变人们的生活方式。

参与式感知应用场景。

【2】最早提出参与式感知的概念，构想将参与式感知应用到公众健康、城市规划、社会现象记录和自然资源管理等方面。【4】中将参与式感知应用分为两类：个人中心型和环境中心型。个人中心型中，DietSense用手机记录饮食信息，参与者可以将信息分享给医生或营养专家；PEIR (Personal Environmental Impact Report)使得用户通过手机了解到自己所处的环境的污染程度；BikeNet提供了监测参与者骑行体验的系统；PetrolWatch通过参与者对车外的加油站服务牌进行拍照，上传到中央处理器后处理分析得到汽油价格，人们可以检索感兴趣区域的虽便宜的汽油价格。环境中心型中，Haze Watch利用外接传感器测量、、 、 的浓度，与气象站对比，手机测量精确度可能要差，但是参与式感知的方式可以提供更大的覆盖范围，参与者的移动性也有机会观测到突发的污染情况，这是固定观测站无法提供的服务，所以可以用参与式感知的方式，获取细粒度覆盖范围的观测样本作为高保真固定观测站数据的补充；类似的，EarPhone通过手机中的麦克风采集声音，绘制城市级别的噪音地图来研究噪音和相关社会行为的关系；Nericell利用嵌入的加速计传感器、麦克风和定位系统（GPS、GSM基站辅助定位）综合判断路况条件，比如坑洼、碰撞、刹车和鸣笛（可以进一步判断交通拥堵等信息）可以通过手机来采集并上传。概括起来，参与式感知应用的普遍目标是尽可能精确地观察、发现一些现象、过程或状态，然后分发给感兴趣的人们，取之于民、用之于民。

基于参与式感知的应用如雨后春笋般出现，展示出巨大的活力和潜力，但是这些应用真正的成功部署到人们的日常生活中还需要解决一系列问题。很多参与式感知应用的成功依赖于大量用户的参与和贡献足够数量和质量的数据，如何设计激励机制吸引用户参与是亟待解决的问题。由于系统无法控制参与者的行为，平台收到的数据在时间和空间上具有随机性，会造成数据集的不完整。而很多应用需要推断用户所处环境上下文和活动状态信息，这需要综合各种传感器的数据结合机器学习技术还识别人类活动模式。应用采集了用户的各种周边环境数据，很多都会揭露用户隐私，例如位置信息、轨迹数据和拍摄的图片、视频等，如何保护用户隐私是消除用户疑虑、保证其积极参与的重要工作。同时，参与式感知应用还要有能力鉴别数据的真实性、准确性，否则良莠不齐甚至充斥伪数据的数据集将毫无价值。最后但也是很重要的一点，参与式感知应用要考虑减少手机的资源开销，参与者对于手机电量和流量的消耗比较敏感。

## 研究内容与目标

正如上节所提到的，参与式感知在展示巨大潜力、美好前景的同时，距离真正发挥作用还有很多基础工作要研究。本文主要关注如何设计激励机制吸引用户参与到各种感知活动中来，并且利用这种机制促进用户上传优质数据，维持整个社区健康发展。

为什么需要激励机制

所谓激励机制[5]，原本是经济学中常见的原理，是指在组织系统中，激励主体系统运用多种激励手段并使激励规范化和相对固定化，从而与激励客体相互作用、相互制约的结构、方式、关系及演变规律的总和。虽然参与式感知活动主要靠参与者或者称作志愿者的主动参与，但是感知过程不可避免的会产生经济开销（手机的电量消耗、数据流量传输的费用等）和心理开销（定时采集数据需要人工干预、操作流程复杂枯燥等），如果没有适当的激励机制补偿参与者的经济及心理开销，参与者的参与热情必然会不断衰减，最终导致参与式感知应用的失败。

现有激励机制的主要方向介绍

激励机制可以利用实际的报酬方式或者虚拟的积分方式。利用报酬方式时，付给参与者的报酬必须足够多以来抵消参与者的感知开销并且激励其持续参与到感知活动中，同时也要足够少使得服务提供商可以在预算范围内维持感知活动的运行。参与者的开销是用户的私人信息，参与同一次感知活动不同参与者的开销不尽相同，而且参与者也有充分的动机高报开销来获取更高的报酬。所以参与式感知应用的激励机制要设计得使感知服务提供者经济上可行，同时激励参与者真实报价并保证一定的服务质量。

本文主要研究了参与式感知中通用的激励机制设计原则和已有的方案比较，并且根据论文依托的实验平台具体设计一种激励机制，仿真对比激励机制效果。同时还负责参与式感知实验平台的数据处理部分的设计与实现，包括需求分析、架构设计和技术实现，主要完成了平台对感知数据的接收、图片的分布式存储和高并发访问，以及平台开放的规范的REST接口的设计与实现。

## 论文结构

本文共分为6章：

绪论介绍研究背景和意义、阐述研究内容和目标；第二章详细介绍激励机制研究现状，包括其要解决的问题和解决方案；第三章介绍实验平台，需求分析，设计激励（任务）方案；第四章是详细设计和实现；第五章仿真激励机制的效果。

第六章对本文的工作进行了总结，并对以后的工作进行了分析展望。

# 第二章 相关技术介绍



## 参与式感知



## 平台开发环境和技术路线



# 第三章 激励机制的研究



## 激励机制研究综述

## 重要的激励机制分析

## 3.3 动态分配预算的激励机制设计

## 3.4 激励机制效果仿真

# 第四章 激励机制的设计与实现



## 需求分析

## 激励机制的概要设计

## 激励机制的详细设计

## 4.4 实现

# 第五章 系统测试



## 条目

## 条目

# 第六章 总结与展望



## 工作总结

## 工作展望

# 参考文献

1. Statistics I T U. The world in 2014: ICT facts and figures[J]. 2015.
2. Burke J A, Estrin D, Hansen M, et al. Participatory sensing[J]. Center for Embedded Network Sensing, 2006.
3. Campbell A T, Eisenman S B, Lane N D, et al. People-centric urban sensing[C]//Proceedings of the 2nd annual international workshop on Wireless internet. ACM, 2006: 18.
4. Kanhere S S. Participatory sensing: Crowdsourcing data from mobile smartphones in urban spaces[C]//Mobile Data Management (MDM), 2011 12th IEEE International Conference on. IEEE, 2011, 2: 3-6.
5. 王慧贤. 社交网络媒体平台用户参与激励机制研究[D]. 北京邮电大学, 2013.
6. Reddy S, Estrin D, Hansen M, et al. Examining micro-payments for participatory sensing data collections[C]//Proceedings of the 12th ACM international conference on Ubiquitous computing. ACM, 2010: 33-36.
7. Mukherjee T, Chander D, Mondal A, et al. CityZen: A cost-effective city management system with incentive-driven resident engagement[C]//Mobile Data Management (MDM), 2014 IEEE 15th International Conference on. IEEE, 2014, 1: 289-296.
8. Yang D, Xue G, Fang X, et al. Crowdsourcing to smartphones: incentive mechanism design for mobile phone sensing[C]//Proceedings of the 18th annual international conference on Mobile computing and networking. ACM, 2012: 173-184.
9. Lee J S, Hoh B. Sell your experiences: a market mechanism based incentive for participatory sensing[C]//Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2010 IEEE International Conference on. IEEE, 2010: 60-68.
10. Dong Zhao; Xiang-Yang Li; Huadong Ma, "How to crowdsource tasks truthfully without sacrificing utility: Online incentive mechanisms with budget constraint," Proceedings of INFOCOM'14, IEEE , 2014
11. Jaimes L G, Vergara-Laurens I, Labrador M A. A location-based incentive mechanism for participatory sensing systems with budget constraints[C]//Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2012 IEEE International Conference on. IEEE, 2012: 103-108.

# 致谢

# 攻读学位期间发表的学术论文和科研情况

论文

宋涛，王洪波. 面向垂直检索的知识图谱系统研究与设计，中国科技论文在线. 2014-11-02. 论文编号201411-16.

科研项目

* + - 1. 横向研究项目：基于云计算的垂直搜索引擎系统开发
      2. 国家 863 项目：云计算中心网络大容量交换机关键技术与系统