

# 社交距离报警算法改进和应用开发

沈洁, 郑晖晖, 沈丁琦

(无锡机电高等职业技术学校, 江苏无锡 214000)

**【摘要】**疫情防控期间人与人之间保持适当的社交距离很重要,在进行近距离探测时蓝牙技术的应用最为广泛。文章改进了一种基于蓝牙低功耗技术的社交距离计算算法,并以此为基础开发了一款报警手机应用程序,该程序采用改进型卡尔曼滤波器过滤蓝牙信号接收的噪音干扰,并通过手机 App 报警。该应用创新了手机的“口袋模式”,用于突破手机操作系统对于蓝牙低功耗技术的限制,同时做了隐私保护的完整设计。

**【关键词】**社交距离;信号接收;卡尔曼滤波器;隐私保护

**【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2021.01.007】**

**【中图分类号】**TN925

**【文献标识码】**A

**【文章编号】**2095-7661(2021)01-0023-04

## Algorithm Improvement and Application Development of Social Distancing Alarm

SHEN Jie, ZHENG Hui-hui, SHEN Ding-qi

(Wuxi Machinery and Electron Higher Professional and Technical School, Wuxi, Jiangsu, China  
214000)

**Abstract:** Social distancing management is very important under the epidemic situation. Bluetooth technology is commonly used to detect the short distancing. This article applied and improved the Kalman filter for the BLE RSSI distance mapping algorithm, and developed a mobile application to do the social distancing alarm with the innovation of "pocket mode" and complete privacy protection.

**Keywords:** social distancing ; signal reception; Kalman Filter; privacy protection

2020 年因受新型冠状病毒肺炎疫情的影响,各国采取了封禁交通、限制出行、呼吁居家减少外出等尽量减少接触的隔离措施。截止到 2021 年初,疫情仍然存在,预防病毒传染最有效的方法就是尽量减少与人接触,保持安全的社交距离<sup>[1]</sup>。但是在复工复产的众多场景下,无法做到完全不进行接触,只能尽量保持安全的社交距离和接触时间。

综合上述问题,本文提出了一种社交距离保持算法的改进和应用 App 程序开发,基于低功耗蓝牙<sup>[2]</sup>的扫描/广播机制。通过改进的滤波算法,对蓝牙信号强度 RSSI 进行过滤,达到精准判断社交距离的功能。同时通过应用程序 App 开发,开发社交距离过近警告、症状自评、接触管理、个人隐私保护等功能,能帮助使用者管理社交距离,帮助组织管理者分析接触人员、风险处理报警,达到疫情防控管理的目标。

### 1 国内外已有技术手段简介

2020 年,苹果和谷歌两大科技巨头联合,共同创建了一个疫情追踪工具“接触者追踪”<sup>[3]</sup>,主要目标是帮助用户确定,是否曾经接触过新冠肺炎患者。该工具可以通过用户的移动设备,短距离使用蓝牙信号传输一个匿名 ID,手机本地会保留与其近距离接触的代表着其他用户的匿名 ID。当服务器收到感染用户的主动上报,会获取其匿名 ID,然后服务器将该 ID 转发给所有设备,这些设备会搜索本地接触记录进行匹配,如果某用户与此感染用户匹配上了,那么系统会通知该用户并采取进一步检测和自我隔离。虽然这个功能是基于手机操作系统的底层应用,但是只有区域的医疗管理机构才能使用,并且不具备社交距离报警功能,只能做到事后管理。

同年 5 月,联合国技术创新实验室(UNTIL)发布

**【收稿日期】**2020-10-15

**【作者简介】**沈洁(1983-),女,江苏无锡人,无锡机电高等职业技术学校讲师,硕士研究生,研究方向:信号与信息处理。

了一款名为 1ponit5 的新社交距离应用,这款应用会在与他人接触距离过近的时候发出警报。只要其他手机或设备打开蓝牙,1ponit5 就会测量安装了此应用的手机跟其它设备之间的距离,而其它设备无需安装这款应用。经过媒体和用户的反馈,这款应用存在两个缺陷:首先,精度不准确,即使在距离 1 米的范围内该应用经常会不报警;其次,应用无法区分特定蓝牙设备,包括蓝牙耳机、鼠标等在内的所有蓝牙设备,均会收到提醒,导致误报警情况出现。

北京某小学复课前通过蓝牙路由器和测温手环在校园内搭建了蓝牙物联网环境<sup>[4]</sup>,自动监测学生体温,实时上报,异常体温报警,自动形成体温报告。这一方案在校园内可以做到实时监测体温,但是对于学生在校内的密切接触历史和轨迹,目前还无法统计。

目前国内外对于传染病疫情的近距离接触追踪和社交距离提醒方面的解决方案或多或少存在精度差、需要额外辅助设备、不能实时提醒安全社交距离、功能不全面以及隐私暴露等问题。

## 2 蓝牙测距算法改进

### 2.1 卡尔曼滤波器

蓝牙信号节点定位技术都是基于信号 RSSI (接收的信号强度)来进行定位的,节点之间通过接收到的 RSSI 值,利用公式转换为距离,再通过适当的算法计算出节点坐标位置<sup>[5]</sup>。然而,由于环境中往往存在多径、散射、障碍物、电磁干扰等不稳定因素,使得 RSSI 值不稳定,具有较大的波动性。实际使用中,需要对测得的多个 RSSI 值进行滤波优化处理,得到优化后的 RSSI 值,再进行定位计算。卡尔曼滤波器(Kalman filtering)就是最有效且常用的滤波优化工具<sup>[6]</sup>。

卡尔曼滤波的基本思想是:以最小均方误差为最佳估计准则,采用信号与噪声的状态空间模型,利用前一时刻的估计值和当前时刻的观测值来更新对状

态变量的估计,求出当前时刻的估计值,算法根据建立的系统方程和观测方程对需要处理的信号做出满足最小均方误差的估计。

### 2.2 卡尔曼滤波器改进

在卡尔曼滤波原理的基础上,通过增加蓝牙信号 RSSI 波动阈值和异常数据抛弃的方式对卡尔曼滤波器进行改进,使其更加适用于蓝牙 RSSI 信号的过滤。图 1 所示为卡尔曼滤波器的部分代码。

```

1  calcByKalmanFilter(resultObj, key) {
2    let i = 1;
3    resultObj.forEach( function (value) {
4      console.log(value);
5      i++;
6    });
7    if(i >= 10){
8      resultObj.shift();
9    }
10   this.storageService.setStore(key, resultObj);
11   let kalmanFilter = new KalmanFilter({R: 0.01, Q: 3});
12   let rssid = this.getArrayByObject(resultObj);
13   let dataConstantKalman = rssid.map(function (v) {
14     v = parseFloat(v);
15     v = Math.abs(v);
16     let kv = (kalmanFilter.filter(v) * -1).toFixed(2);
17     return parseFloat(kv);
18   });
19   return dataConstantKalman;
20 };

```

图 1 卡尔曼滤波器部分代码图

首先接收到蓝牙 RSSI 信号后,将单个信号进行存储,收集一段时间内的所有 RSSI 信号值,进行 RSSI 信号数值处理。将区间内的所有信号值进行平均值计算,将平均值  $\pm 30\%$  作为数据的第一阈值,将平均值  $\pm 50\%$  作为第二阈值。其中,小于第一阈值的 RSSI 数值为正常数据;大于第一阈值且小于第二阈值的 RSSI 数值为低敏异常数据,全部默认设置为第一阈值;大于第二阈值的 RSSI 数值为高敏异常数据,全部丢弃。

将上述处理过的批量 RSSI 数据统一进行卡尔曼滤波器滤波,以确保误差在  $\pm 0.2$  米。图 2 所示为改进型的卡尔曼滤波器效果对比图。

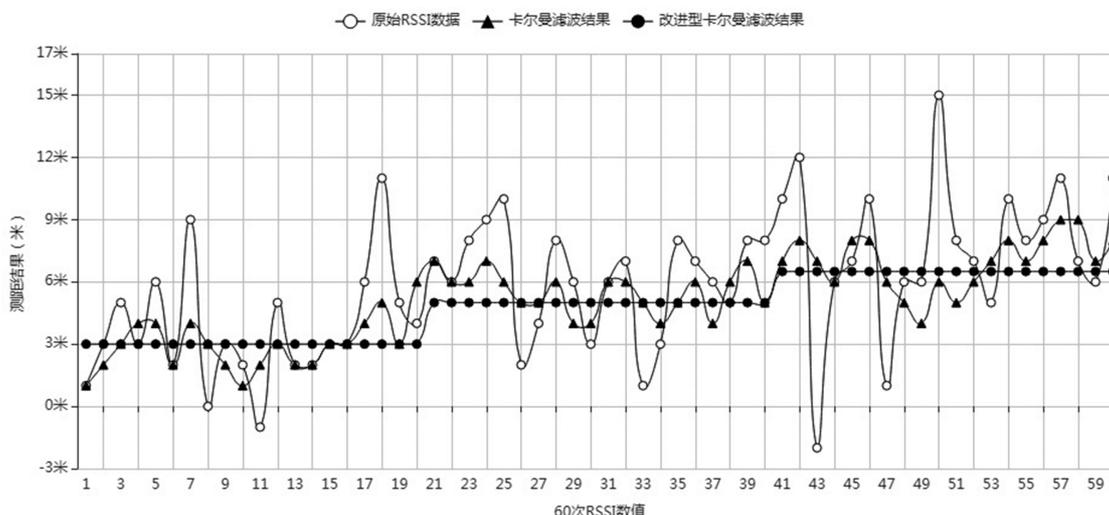


图 2 改进型卡尔曼滤波器效果图

### 3 隐私保护设计

#### 3.1 匿名符号的应用

系统并不知道使用者是谁,也不定位用户的位置,而仅仅记录用户是否曾和其他人接触过。系统的工作原理是为每个人的手机随机分配一个匿名的符号,这个匿名符号每一段时间自动更新一次,该符号不包含任何个人身份信息<sup>[7]</sup>。不管是 iOS 还是安卓系统,接收端会把接收到的匿名符号保留在本地,直到因为感染而上报自己的匿名 ID 给服务器。服务器也不知道你是谁,它只会把匿名 ID 再发送给其他所有设备。

#### 3.2 去中心化的存储

用户的个人信息是不会被上传到中心化服务器上的,服务器上只会存储感染者自己上报的设备匿名符号、服务器关联符号和设备信息。所有接触的记录存储都将在用户的手机上完成,服务器根据感染信息下发警告,只有 14 天内在本地记录中有接触者才会收到警报<sup>[8]</sup>。整个系统功能是可随时停用的,用户可以选择是否开启接触追踪,和是否接收风险通知。

## 4 应用开发

### 4.1 基于蓝牙测距的 App 应用开发

通过改进型的卡尔曼滤波器来过滤处理之后的蓝牙 RSSI 数据可以拿来用作测距的标准。有了精度高的数据后,通过 App 应用的开发将报警等功能集成到手机内,只需要打开手机蓝牙,就可以满足蓝牙测社交距离和疫情接触追踪的需要<sup>[9]</sup>。

#### 4.1.1 症状自检功能

通过 App 内设置的症状自检功能,用户可以通过在线问卷检测的形式来进行自我状态评估,如果评估结果异常,会建议用户前往医院检查就医。图 3 为 App 中疫情自检功能的截图。

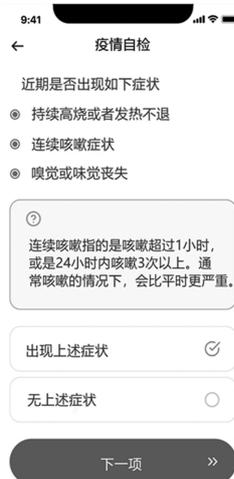


图 3 疫情自检功能截图

#### 4.1.2 疫情上报及接触追踪报警功能

根据医院检查结果,用户可以通过 App 应用上报当前状态。如果该用户被检测为疑似或者确诊病例后,App 会通过其匿名标识符通知服务器,同时服务器会把该匿名 ID 转发给其他所有设备,接收到的设备会与本地的接触记录匹配,匹配成功则会通过 App 消息提醒用户进行自我隔离或者及时就医检查。图 4 和图 5 所示分别为 App 中的接触追踪报警功能截图和疫情上报功能截图。



图 4 疫情上报功能截图



图 5 接触追踪报警功能截图

#### 4.1.3 社交距离报警功能

App 应用默认社交安全距离提醒的阈值为 1 米且接触时长超过 1 分钟。用户也可以自己设置安全的社交距离和时间阈值。当满足报警条件时,App 会以震动和通知的形式提醒用户需要保持安全的社交距离。图 6 所示为 App 中的社交距离报警功能截图。



图 6 社交距离报警功能截图

#### 4.2 单独为 iPhone 设计的“口袋模式”

App 一般分为安卓系统和 iOS 系统(适用于苹果手机、PAD 等设备),在安卓系统中 App 应用可以后台运行并且保持蓝牙和通知开启。iOS 系统中一般的 BLE 应用在后台运行的时间有着一定的限制,超过 10 分钟还是会被 iOS 挂起。在申请了 iOS 的后台运行权限后,可以无限制的后台运行,但是同时会有电量消耗过高的问题。

基于上述情况,单独为苹果应用设计了“口袋模式”(Pocket Mode)。“口袋模式”就是模拟手机在待机状态下,报警应用不会进入后台运行,但会处于低功耗状态,此状态下,App 应用会运行基本的蓝牙信号测距和报警通知功能。节省耗电的同时也保证了不会出现误触的情况。

### 5 结论

基于蓝牙通讯底层来获取信号强度,再经过改进的数据处理技术,使蓝牙定位的精度提高。通过开发 App 应用,集成各种实用功能,使疫情下的接触管理、社交距离等原本难以控制的问题,都可以在手机 App 应用上直接进行。大部分功能是自动化实现,让用户

在无感的情况下就可以记录本身的接触史,实时知道已接触的人员是否安全。App 应用会时刻提醒用户之间的接触距离是否为安全社交距离,这样能有效地保证用户之间不会因为越过安全距离的接触而增加感染风险。当用户的接触人员中发现感染者,用户可以第一时接到通知公告,安排自我隔离和就医检查,同样防止疫情的再次传播。该技术不仅适用于疫情背景下的社交距离保持,帮助阻断和延缓疫情的传播,而且对于其他近距离传播的传染病防控同样具有借鉴意义。

### 【参考文献】

- [1]Antonio Olivera-La Rosa, Erick G. Chuquichambi, Gordon P.D. Ingram. Keep your (social) distance: Pathogen concerns and social perception in the time of COVID-19 [J]. Personality and Individual Difference,2020(166).
- [2]Aleksandra Korolova, Vinod Sharma.Cross-App Tracking via Nearby Bluetooth Low Energy Devices [C].the Eighth ACM Conference,2018(3):43-52.
- [3]Mark Zastrow. Coronavirus contact-tracing apps:can they slow the spread of COVID-19?[J]. nature,2020.
- [4]罗恒,张昱,邹优敏.复杂环境下蓝牙定位模型优化方法研究[J].计算机测量与控制,2017(11):244-247.
- [5]邹东尧,陈鹏伟,刘宽.一种改进的 RSSI 测距定位算法[J].电讯技术,2019(10):1191-1196.
- [6]唐荣.基于无迹卡尔曼滤波(UKF)的 RSSI 室内定位算法设计与实现[D].南京:东南大学,2017.
- [7]Matthias Caesar, Jan Steffan. A location privacy analysis of Bluetooth mesh [J].Journal of Information Security and Applications.,2020(4):102563.
- [8]Abeler Johannes, Bäcker Matthias, Buermeyer Ulf, et al. COVID-19 contact tracing and data protection can go together [J].JMIR mHealth and uHealth,2020(4):19359.
- [9]Hani Ramadhan, Yoga Yustiawan, Joonho Kwon. Applying movement constraints to BLE RSSI-Based indoor positioning for extracting valid semantic trajectories[J].sensors,2020(2): 527.