

基于室内定位技术的空巢老人运动轨迹可视化

苏春芳, 尤彩萍, 郑 伟

(江阴职业技术学院计算机科学系, 江苏 江阴 214405)

摘 要: 空巢老人平时的生活都是在无人看护的情况下, 为了提高居家养老监护系统对危险事件的防范能力, 本文一方面可视化老人在室内的运动轨迹, 实时追踪老人在室内的位置; 另一方面在危险多发位置进行智能的提醒, 从而减少危险事件的发生。实验证明, 基于蓝牙的室内定位技术能够准确地定位老人在室内的位置, 实现在无人监护的情况下, 能够合理、实时地对老人进行安全提醒, 从而减少危险事件的发生。

关键词: 室内定位; 低功耗蓝牙; 云平台; 运动轨迹; 安全提醒

中图分类号: TP39 **文献标识码:** A

Motion Trajectory Visualization for the Empty Nest Elderly Based on Indoor Positioning Technology

SU Chunfang, YOU Caiping, ZHENG Wei

(Dept. of Computer Science and Technology, Jiangyin Polytechnic College, Jiangyin 214405, China)

Abstract: In ordinary life, the empty nest elderly lives alone without enough care of the family. In order to prevent the occurrence of dangerous events, this paper proposes the intelligent monitoring system not only visualize the trajectory of the elderly indoors to track elderly indoors positions in real-time, but also send smart reminders in dangerous locations to reduce the occurrence of dangerous events. The experiments show that bluetooth-based indoor positioning technology can accurately locate the indoor position of the elderly to remind the elderly reasonably and in real time, in the situation without supervision, therefore reduce the occurrence of dangerous events.

Keywords: indoor positioning; low power consumption bluetooth; cloud platform; motion trajectory visualization; security reminder

1 引言(Introduction)

随着我国人口老龄化程度的加剧, 养老问题成为社会关注的热点。目前, 居家养老成为目前大多数老人偏爱的一种养老方式, 但是随着老人身体机能的下降, 记忆力随之也出现减退, 经常出现忘记关水、煤气甚至重复吃药等情况。居家养老的关键问题是如何保证老人的安全, 监护人一方面想实时获知老人在家的生活状况; 另一方面想通过智能化的手段, 防止危险事件发生, 或者是在危险发生后, 能够第一时间了解情况, 并进行及时的处理, 因此辅助监护系统已成为当前研究的热点。

在居家环境下, 危险事件的发生一般与室内位置有一定的关系, 如摔倒经常发生在卫生间, 而忘记关闭煤气则发生在厨房, 如果能在事件多发的区域给予老人合理的安全

提醒, 就可以减少危险事件的发生。准确的室内定位是非常重要的, 目前室内定位主流的技术主要包括RFID(Radio Frequency Identification)、无线Wi-Fi、BLE(Bluetooth Low Energy)、ZigBee、图像处理等技术, 鉴于对使用者隐私的保护, 近年来基于低功耗蓝牙的室内定位得到了广泛的应用。智能手机已经进入了大众的生活, 其内置了无线WIFI、蓝牙、加速度等传感器, 因此智能手机成为智能监护系统的主流设备。

鉴于以上原因, 融合室内定位技术, 开发设计一套基于智能手机的智能监护系统, 该系统一方面对老人的运动轨迹进行可视化; 另一方面在关键位置点, 如厨房、卫生间、药箱等位置, 实时向老人发出安全提醒, 从而减少危险事件的发生。

2 相关工作(Related work)

2.1 系统结构

智能监护系统一方面为被照顾者提供智能的居家服务，另一方面为监护者搭建实时获知老人在家生活状况的平台。本系统主要包括室内定位、智能决策、综合应用三个模块，如图1所示。室内定位模块是本系统的核心模块，其性能直接决定着整个系统的准确性与合理性，首先通过智能手机采集来自Beacon的数据，并上传到云端服务器，然后在服务器端进行滤波处理，并将数据送入定位模型，从而得到定位结果。当手机处于或者接近Beacon的临近范围，将会自动触发异步事件的发生，进而由智能决策模块依据环境信息，进行综合决策，智能化的开启安全提醒、运动轨迹可视化等综合性的服务。

综合应用主要包括两个手机APP，其中一个主要应用于被照顾者，依据老人在室内的位置，实时进行合理、智能的安全提醒；另一个则是为监护人设计开发的，用于远程获取老人在家的运动轨迹、室内、室外位置等信息。

本系统提供室内、室外定位的无缝对接，当系统监测到老人离开家、外出时，自主完成从室内定位到室外定位的切换。室内定位是基于BLE技术开发，主要依据RSSI((Received Signal Strength Indication))值来完成定位^[1,2]；而在室外，由于没有了室内环境的影响，GPS(Global Positioning System)信号相对稳定，又由于GPS是一种准确并且广泛应用于室外的定位技术^[3]，因此室外定位是基于GPS技术设计的。

2.2 定位设备部署

考虑到室内定位设备的功耗性，本系统选自Estimote公司的Beacon设备，在室内关键位置(厨房、卫生间、卧室、客厅、药箱、门厅)的天花板上安装Proximity Beacon设备。为了减少蓝牙信号之间的相互干扰，适当调整Beacon之间的直线距离 D_{ij} ，使得 $D_{ij} \in [2\text{米}, 3\text{米}]$ ，将居家生活环境分为7个可监控的独立区域，记为 $P_i \in \{\text{厨房, 卫生间, 卧室1, 卧室2, 客厅, 药箱, 门厅}\}$ 。

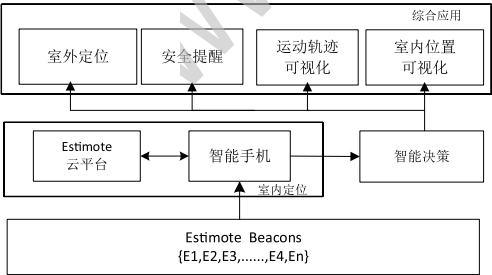


图1 智慧监护系统结构图

Fig.1 System overview of intelligence monitoring

在云平台配置Proximity Beacon的相关参数，一方面设置广播功率(Broadcasting Power)为-4dBm、广播包时间间隔为200毫秒；另一方面配置Beacon的标签(Tags)、附加信息(attachment)[4]，如表1所示。依据室内的物理布局，设

置各个Beacon的标签选项，建立Beacon与室内位置的对应关系，由于“卫生间”与“客厅”之间有蓝牙信号的重叠的区域，因此安装在“卫生间”的Beacon有两个标签，分别为“bathroom”和“hallway”；“客厅”与“门厅”相连，而且“药箱”也位于客厅内，因此“客厅”内的Beacon有“livingroom”“hallway”“medicine-chest”三个标签。

表1 Beacon 云平台配置

Tab.1 Configuration of Beacon in Cloud platform

安装位置	标签(Tags)	附加信息(attachment)
厨房	“kitchen”	“remind”：关闭煤气了吗？
卫生间	“bathroom” & “hallway”	“remind”：小心滑倒
卧室1	“bedroom1”	“remind”：注意休息
卧室2	“bedroom2”	“remind”：注意休息
客厅	“livingroom” & “hallway” & “medicine-chest”	“remind”：不要长时间看电视！
药箱	“medicine-chest” & “livingroom”	“remind”：要吃药吗？
门厅	“hallway” & “bathroom” & “livingroom”	“remind”：要外出吗？

为了实现在室内关键位置点，向老人发送合理的安全提醒，在Beacon的附加信息中增加“remind”选项，并设置相应的安全提醒信息^[5,6]。实时监听Beacon的enter/exit事件，用于获取老人在室内的位置，当检测到老人进入卫生间时，提醒老人“小心滑到”；而当老人多次出现在药箱附件，智能决策模块可以依据环境信息提醒老人“已经吃过药”或者“吃药时间未到”。

3 智能服务模型(Intelligent service model)

室内定位功能是基于基本蓝牙技术开发设计的，需要使用者携带智能手机，要求手机开启蓝牙功能，用于接收来自Beacon的蓝牙广播包；另外手机还需要开启网络通讯功能，用于从云端服务器获取信息，或者将信息发送给服务器并进行存储。

由于RSSI值与距离之间存在一定的衰减规律，Beacon的发射半径在0—12m时，RSSI具有线性的衰减关系。当使用者进入某一区域时，RSSI的值在某一特定区间，随之onEnter事件被触发；离开某一区域时，触发onExit发生；而当使用者在某一区域内活动，但是没有离开该区域时onContextChange事件会被触发，对以上三个事件进行实时监控，就可以得到使用者在室内的位置。当以上事件被触发时，一方面获取系统时间、手机SIM卡的卡号，本系统主要应用SIM卡的卡号区别不同的使用者；另一方面依据当前的位置切换相应的虚拟地图，对老人在室内的位置进行可视化^[7,8]；最后将当前位置信息上传到服务器，便于后期对老人生活状态进行分析。智能服务算法描述如下：

- 输入：打开手机蓝牙功能；
- Beacon的“Estimote Monitoring”设置为“on”；
- 输出：可视化室内位置(Beacon的Tags值)

初始化：室内位置为初始状态 $P_i=0$ ；
其中 $P_i \in \{0, \text{厨房}, \text{卫生间}, \text{卧室1}, \text{卧室2}, \text{客厅}, \text{门厅}, \text{药箱}\}$ ；
监控：onEnter/onExit/onContextChange事件
for $P_i \in \{BP_1, BP_2, \dots, BP_n\}$ do
 $P \leftarrow BP_i$
 Time $\leftarrow$ currentTimeMillis;
 PhoneSimId $\leftarrow$ getDeviceId
 map $\leftarrow$ GetVirtualMap(P)
 Visualization(P)
 SendToServer(P, Time, PhoneSimId);
end

鉴于监护人对老人身体状况、生活习惯有一定的了解，基于这些先验知识，建立安全提醒信息集，在云平台配置各个区域Beacon的附加信息。当老人进入某一区域，从云平台获取该Beacon的附加信息(attachment)，读取“remind”选项的值，并以语音的方式进行安全提醒。

4 实验结果(Experiment)

本系统的实验环境是一个二居室的居家环境，收集志愿者在室内生活的数据，主要是指RSSI数据，数据格式为{时间，Beacon设备编号，RSSI值}。收集30分钟的实验数据，并从云平台获取老人在室内的位置，室内位置变化的情况如图2所示，其中有53%的时间在客厅活动，31%在卧室，仅有16%的时间在厨房。

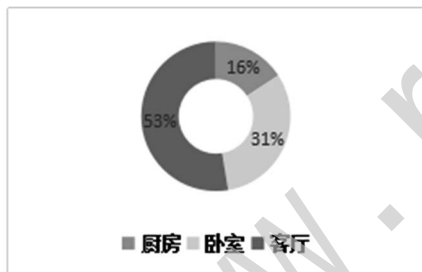


图2 室内位置变化

Fig.2 Change of indoor location

监护人可以远程监护老人在室内的位置，以及在房间内停留的时间，如图3和图4所示。2019年11月6日，14:00时，老人先后两次来到厨房，停留时间共为12分钟左右；而16:00时到18:00时，老人在厨房活动一次，停留时间为28分钟左右。

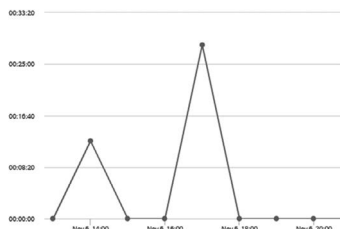


图3 客厅停留时间

Fig.3 Staying time in living room

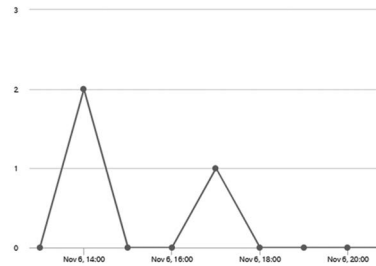


图4 客厅访问次数

Fig.4 Number of living room visiting

5 结论(Conclusion)

基于室内定位技术，本系统一方面对老人在室内的位置进行可视化，另一方面对老人进行智能的安全提醒，提示潜在的危险，从而减少了危险事件的发生，在不侵犯个人隐私的情况下，搭建一套可视化的智能监护平台。由于本系统的安全提醒信息库是静态的，因此安全提醒相对单一化、固定化、模式化，今后将进一步增加对安全事件的智能分析，构建动态的安全提醒信息库，进一步提高空巢老人的生活质量。

参考文献(References)

- [1] Wu Z,Fu K,Jedari E,et al.A Fast and Resource Efficient Method for Indoor Positioning Using Received Signal Strength[J].IEEE Transactions on Vehicular Technology,2016,65(12):9747-9758.
- [2] Shumin C,Xiaotian Q,Jia M,et al.RSSI-Based Twice Location Method for Indoor Positioning[J].Chinese Journal of Sensors and Actuators,2015,28(4):572-577.
- [3] Morosi S,Martinelli A,Enrico Del Re.Peer - to - peer cooperation for GPS positioning[J].International Journal of Satellite Communications & Networking,2017,35(4):323-341.
- [4] Mohebbi Parisa,Stroulia Eleni,Nikolaidis Ioanis.Sensor-Data Fusion for Multi-Person Indoor Location Estimation[J].Sensors,2017(10):2378-2379.
- [5] 万爽.基于Android平台的即时位置信息推送系统设计与实现[D].西南交通大学,2016:27-36.
- [6] 陈诚,吴华瑞.个性化多媒体农业信息推送系统[J].江苏农业科学,2014(9):395-399.
- [7] 马啸天.基于室内定位技术的超市智能导购系统的设计与实现[D].山东建筑大学,2019:26-30.
- [8] 秦坤.WIFI室内定位数据的可视化系统[D].中国矿业大学,2019:30-38.

作者简介：

苏春芳(1979-)，女，硕士，讲师.研究领域：物联网，人工智能。

尤彩萍(1975-)，女，本科，副教授.研究领域：软件技术。

郑伟(1976-)，女，本科，副教授.研究领域：多媒体方向。