

【Café 速递】余跃：众包和本地基站混合定位研究及科研经历分享

核心提示：全球导航卫星系统已被广泛地应用于室内外定位，但是基于现有物联网终端设备，实现自主精确和普适的室内导航仍然具有极大的挑战性。如何基于众包和本地基站进行混合定位？这其中面临着什么困难？如何申请在香港的读博士？余跃博士与我们一同分享他的科研经历与香港申博经验。

主持：马占宇 录像：房庭轩 文字：李宛琦

>>>人物名片

余跃，武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室、香港理工大学土地测量与地理资讯学系联合培养博士。师从陈锐志教授、史文中教授，主要研究兴趣是微型传感器自主定位与组合导航技术，以及大规模室内外场景下的多源融合定位理论与技术。以第一作者身份发表 SCI 论文 8 篇；担任 IEEE TMC 等十余个国际期刊审稿人；申请发明专利 6 项，软件著作权一项，曾获学业奖学金一等奖，学术创新二等奖。2018 年和 2020 年两次获得 IPIN 国际室内定位比赛冠军。

>>>报告现场

2022 年 3 月 11 日晚 7 点，武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室与香港理工大学联合培养博士余跃做客 GeoScience Café 第 322 期讲座。余跃根据个人及课题组的科研项目及学科竞赛经历，介绍了使用众包和本地基站混合定位过程中面临的问题及相关科研探索，并分享香港博士申请的经历和心得感悟，同学们受益匪浅。



正在讲话

余跃

武汉大学

THE HONG KONG POLYTECHNIC UNIVERSITY
香港理工大学

众包和本地基站混合定位研究 及科研经历分享

Hybrid Indoor Localization Using Crowdsourced Signals and local Wireless Stations

报告人：余跃 yue.yu@whu.edu.cn

武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室
香港理工大学土地测量与地理资讯学系

图 1 余跃作精彩线上报告

随着面向公众的普适导航时代的来临和物联网终端和可穿戴设备的不断发展，随时随地获取个人位置信息与位置服务的需求变得越来越广泛。余跃从室内定位的四个意义讲起，分析了主流的智能终端中所包含的一些室内定位源和定位技术，并分享了他在混合定位方面的学术研究与香港院校申博经历。

基于本地基站定位和众包定位的混合定位研究

余跃首先指出了研究室内定位技术的四个重要意义：（1）GNSS 技术虽然满足大部分室外应用的需求，但在复杂的室内空间存在反射、遮挡与无法被接收等问题；（2）据统计，人类 87% 的日常活动的时间都集中在室内空间，这意味着巨大的商业需求；（3）目前还缺乏统一有效的定位手段：尽管国内外包括苹果、谷歌、华为等公司提出了不同的室内定位方法，但均未得到大规模的推广和使用。

较为流行的室内定位技术之一便是本地基站定位，这是一种需要针对不同定位源部署对应定位基站从而实现定位的技术。余跃的主要研究方向之一便是以 Wi-Fi 为定位源的室内测距定位，这种定位技术以网络节点的位置信息为基础，采用经验测试与信号传播模型相结合的方式，对已接入的移动设备进行位置定位；具体测距方法又包括使用接收信号强度 RSS 与比较新颖的 RTT 定位，前者可以实现 2~5 米精度，而后者定位精度达到 1~3 米。通过蓝牙的 AOA 阵列定位可以实现米级甚至厘米级的定位精度，但存在手机端不支持蓝牙测角、使用 AOA 基站成本较高的问题。相比于 Wi-Fi 和蓝牙，以声源为定位源也是余跃所在课题组目前主推的室内定位方式之一，因为该方法具有较高的普适性，可以在苹果端、安卓端等智能手机以及其他智能终端使用，并且定位精度可以达到亚米级，但仍然存在需要布设声源的定位基站与累计误差的问题。

接下来余跃介绍了克服上述问题的一种解决方案，即基于多源融合的室内外定位方法，可利用高精度定位引擎将终端内置传感器、射频信号、卫星定位接收机、室内高精度地图结合起来，实现手机端或其他智能终端的室内定位。

当前整体室内定位的算法的目标是最终在大范围的场景中实现自主、精确、普适且高效的室内定位的解决方案。自主即为可以使用“被动定位”的方法进行信息采集，“被动定位”指人员携带设备，通过定位系统对其进行实时定位；精确是指定位精度高；普适可理解为应用覆盖范围广泛；高效要求指纹数据库容易维护与易于更新。基于此余跃总结了其算法难点：（1）磁干扰、累计误差、复杂的运动和手持模式——室内空间可能存在较强的人工磁场，严重影响航向的解算精度；终端为手持模式时运动模式是复杂多变的，同样会加速定

位误差的累计。(2) 不同的终端硬件配置和交互模式的区别——不同的硬件厂商使用的芯片及驱动有所不同，不同终端的数据接收与处理算法也具有差异性，这使得不同的终端在接收同样的数据时存在不同的初始偏差。(3) 缺乏高效的众源指纹库的构建和更新方法——海量的众源数据需要高效的质量评估方法，完成轨迹信息的筛选和融合，这样建立的导航库的精度才会达到要求。

(4) 需要设计一个自适应的多元融合架构和信号质量的评估方法——由于室内场景的多元性，需要对不同的定位源进行有机组合以适应场景的定位需求，同时需要对不同的信号源的误差进行有效的评估，来提升整个滤波器最终的融合精度。

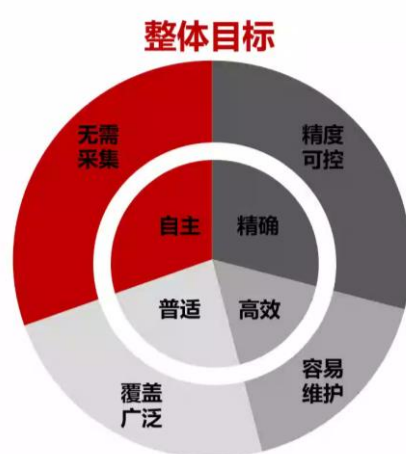


图2 室内定位的整体目标

除了上述的本地基站定位，众包定位也在室内定位技术中占有重要地位。所谓众包定位，就是每一个人都参与采集指纹库或者其他导航库的部分信息，然后通过将海量数据组合起来，最终拼接成一个可以覆盖大范围城市空间的室内定位的导航库。接着余跃简要概括了众包定位的优缺点。它的优点主要有三个：(1) 自采集：该方式下用户自动参与定位，无需专业技术人员进行数据采集，节省人力物力，效率较高。(2) 海量型：仅通过提高终端的数量和手持终端人员的参与度就可实现海量室内场景的覆盖。(3) 可更新：指纹库采集需要保证2~3个月左右的更新频率来维持其定位精度。众包定位可以借助其海量数据实现实时更新，提升指纹库的构建效率。众包定位的缺点主要有：(1) 多样性：不同用户终端（手机、手环等）的安装位置、姿态及其运动模式是非常复杂的，会导致多样性的误差；(2) 差异性：不同终端设备的采集到的信号强度存在较大差异，如何完成设备差异的校准也是现在研究的热点问题；(3) 异步性：使用众包方法采集到的不同指纹之间存在时间间隔，即在不同的时间段采集信号强度有区别，降低最终的

指纹库的融合精度。

接着余跃为大家讲解了上述室内定位技术的算法实现流程，其一是线下轨迹采集与处理：首先在用户的手机和终端上安装相关终端应用，然后把将信息通过预处理之后上传到数据库中。对采集到的陀螺仪、加速度计，还有磁力计和气压计的一些数据，通过惯导机械编排，然后通过提取一些步态准线的磁场或者相对高度变化的一些观测量的信息，对惯导机械编排中的一些主要的误差进行修正。为了进一步提高精度，需要寻找一些可以用于校准的控制点的信息，并对这一段轨迹的未知进行一个全局优化，通过这种方式最终把优化后的数据上传到我们整个的服务器中，才可以搭建出最终的导航数据库。

二 科研经历分享-众包和本地基站混合定位研究

➤ 算法实现流程之 - 线下轨迹采集和处理

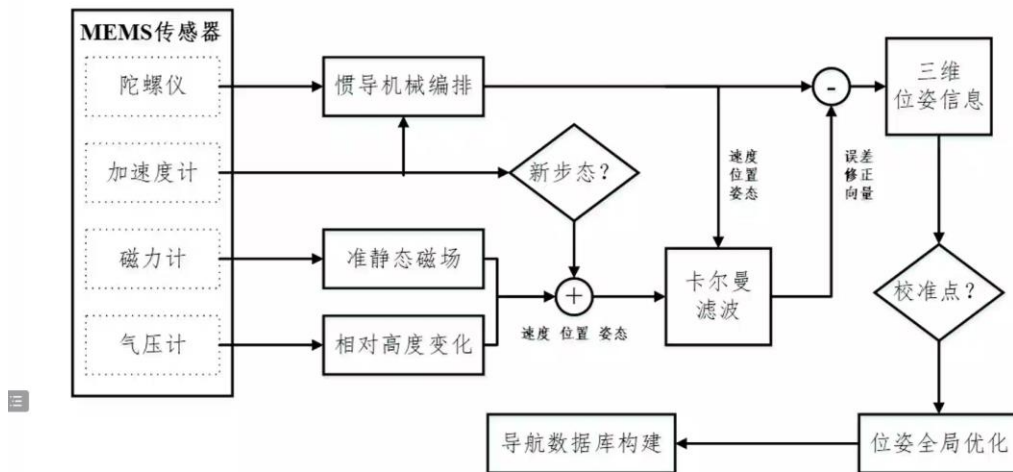


图3 线下轨迹采集和处理的算法实现流程

此外，余跃讨论了如何实现局部空间下定位精度的增强以及通过线下方法实现多元融合的混合定位架构的流程，并分享了运用该技术参加学术竞赛的经历与体验。

学术竞赛经历

IPIN-国际定位比赛 Track3-赛道冠军

时间：2018年

比赛效果图：

合作论文：Evaluating Indoor Positioning Systems in a Shopping Mall: The Lessons Learned From the IPIN 2018 Competition

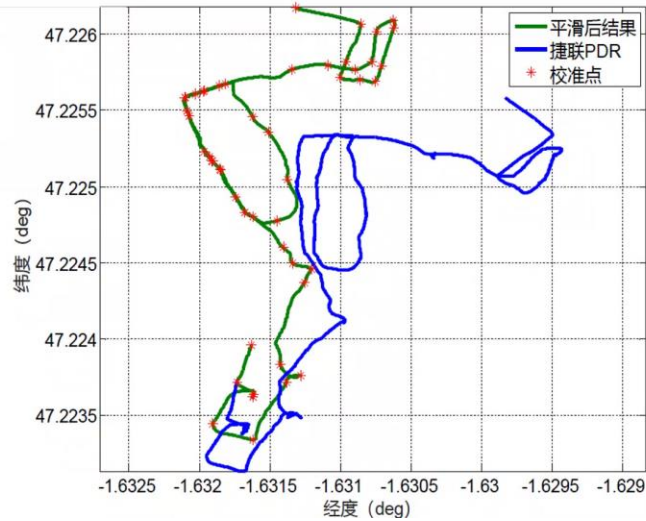


图4 余跃分享学术竞赛经历

香港申博方式与经验

余跃首先介绍了两种申请方式，一种是较为主流的本科毕业直博或硕士毕业申博，另一种是已经博士入学然后申请双学位联合培养项目。其中，本科直博在香港一般需要就读四年制的 PhD，而硕士毕业申博则为三年制。余跃提到，香港地区比较接近国外的博士培养方式，需要在入学一年左右做一个类似内地中期考核的 **confirmation**，之后才确认博士资格。

第二，余跃介绍了香港申博的基本申请流程：前期准备、材料提交、offer 发放、签证办理、入学报道。在前期准备中，可以邮件联系老师来询问学校对英语能力方面的要求，主要需要准备的材料有：本科或硕士的学位证毕业证还有成绩单（如有需要可提前找专业的翻译机构进行成绩单的翻译）、两封导师推荐信、CV 简历、语言成绩、其他附加材料（比如研究计划、获奖证书、文章专利等）。

第三，余跃分享了自己在香港理工大学申请联合培养博士双学位的经历。针对已经在内地就读了 PhD 的学生，可以查验自己学校的官网上有没有与香港的高校签订联合培养的项目，并下载相关的协议。从武汉大学和香港理工大学联合培养博士的双学位的合作协议书中可以看出，培养对象主要是已经入学或者即将入学的博士研究生，且学科领域需要相近，确认好协议内容后，需要自己联系香港理工大学的导师，获得导师同意之后，再提交相关的申请材料。此外，对联合培养博士有在港最低居住时间要求，达到基本要求之后才可以授予相关学位；培养方式是实行双导师制，研究方向由两位导师来规定；需要分别完成两校所需的课程的和学分要求；论文评审需要提交一份以英文撰写的学位论文与一份中文摘

要，具体参照学校要求。

最后，余跃祝同学们在科研道路上成果丰硕，收获属于自己的人生。

>>>互动交流

提问人一：请问余跃师兄，申请双学位项目的时候应该如何选择导师？

余跃：关于选择导师，如果你已经入学的话，可以请自己武汉大学这边的导师进行推荐，看看有没有跟他研究方向相关的香港理工大学那边的导师。第二种方法是我们自己在香港理工大学的每一个系的官网上进行浏览，来看看有没有适合自己方向的导师，这个需要自己发邮件来咨询，询问他今年有没有 PhD 的招生名额，以及自己符不符合条例。如果香港理工大学那边的老师同意你过来入学，就可以开始准备英语等申请材料了。

提问人二：请问余跃师兄，这种双学位项目一般需要几年完成？

余跃：这个要根据个人的情况而定。对于我个人而言是在武汉大学这边先就读，然后武汉大学这边上完课之后，我们就可以申请香港理工大学入学。香港理工大学那边对于联培博士的要求，对于每个学校是有不同的规定的，对于武汉大学这边过来的，我们是需要在香港理工大学待 16~18 个月，然后 16~18 个月之间，我们需要完成这边的一些课程，完成了课程之后才可以提交我们的毕业论文。这个的时间也是根据个人的一些学习情况还有科研完成的情况而定，但是我们在两边可以做一些相近的研究方向，不一定需要两边做完全不同的研究方向，这样的话可能会稍微快一点。

提问人三：余师兄您好，我没有理解指纹数据库的用途，请问可以解释一下吗？

余跃：指纹数据库主要用于定位。指纹数据库包含很多采集到的数据点，每一个数据点包含一个绝对坐标位置以及在此处采集到的声光电等环境信息，相当于它的唯一标识，就像人的指纹一样。当一个位置未知的用户走到了我们指纹库覆盖的室内场景中，他实时采集周围环境的信息，并在指纹库里选取一个环境信息最相似的指纹点作为这个人的最终的匹配的结果，最后将匹配到的指纹点的位置传递给用户。这样就可以获得行人的室内的一个位置信息。



图5 同学们积极提问

GeoScience Café 以“谈笑间成就梦想”为目标，于每周五晚 7:00 在实验室四楼休闲厅，邀请 1-4 位嘉宾，为大家带来学术报告或经验分享。报告内容包括摄影测量与遥感、地理信息系统、导航与定位服务等研究方向，听众可在报告结束后向嘉宾提问、与嘉宾交流探讨，同时每学期还会举办 2 期人文类讲座和 2 场导师信息分享会。每期报告会根据嘉宾意愿在 B 站开设直播，使不能来到现场的听众同步参与。报告 PPT 和视频会在征得嘉宾同意的情况下在 qq 群和 B 站上发布。

更多精彩内容（讲座预告、讲座回顾、报告 PPT、报告视频）敬请通过以下方式获取：



QQ群



微信公众号



B站直播