

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017年12月21日 (21.12.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/215024 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01C 21/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/087281
- (22) 国际申请日: 2016年6月27日 (27.06.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201610431107.0 2016年6月16日 (16.06.2016) CN
- (71) 申请人: 东南大学 (SOUTHEAST UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省南京市玄武区四牌楼2号, Jiangsu 210096 (CN)。
- (72) 发明人: 庄园 (ZHUANG, Yuan); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼2号, Jiangsu 210096 (CN)。 杨军 (YANG, Jun); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼2号, Jiangsu 210096 (CN)。 戚隆宁 (QI, Longning); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼2号, Jiangsu 210096 (CN)。
- (74) 代理人: 南京经纬专利商标代理有限公司 (NANJING JINGWEI PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD); 中国江苏省南京市鼓楼区中山路179号12楼B座, Jiangsu 210005 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: PEDESTRIAN NAVIGATION DEVICE AND METHOD BASED ON NOVEL MULTI-SENSOR FUSION TECHNOLOGY

(54) 发明名称: 一种基于新型多传感器融合技术的行人导航装置和方法

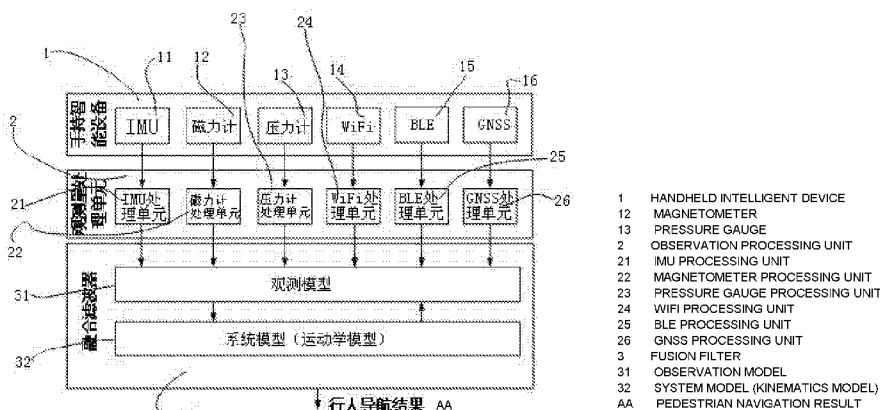


图1

(57) Abstract: A pedestrian navigation apparatus and method based on a novel multi-sensor fusion technology. The apparatus comprises a handheld intelligent device (1), an observation processing unit (2) and a fusion filter (3). The method comprises: the handheld intelligent device (1) acquiring, by hardware thereof, original data of an IMU (11), a magnetometer (12), a pressure gauge (13), WiFi (14), BLE (15) and GNSS (16); the observation processing unit (2) processing the original data provided by the handheld intelligent device (1) to provide observed quantities of position and speed to the fusion filter (3); and the fusion filter (3) obtaining a pedestrian navigation result by using a kinematics model as a system model and an observation model that is established according to a processing result by the observation processing unit (2) as well as through the processing of the fusion filter (3). The method, without the assistance of other supplemental systems, overcomes the issue of rapidly accumulated navigation errors. An IMU processing unit (21) takes into account multiple modes of the handheld intelligent device (1) and surmounts a limitation whereby a conventional multi-sensor combined with an IMU needs to be fixed to a carrier, enhancing the accuracy of pedestrian navigation.

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。
- 包括经修改的权利要求 (条约第19条(1))。

(57) 摘要: 一种基于新型多传感器融合技术的行人导航装置和方法, 装置包括手持智能设备 (1)、观测量处理单元 (2) 和融合滤波器 (3); 方法包括如下步骤: 手持智能设备 (1) 利用自身硬件获取IMU (11)、磁力计 (12)、压力计 (13)、WiFi (14)、BLE (15) 和GNSS (16) 的原始数据; 观测量处理单元 (2) 处理手持智能设备 (1) 提供的原始数据以提供位置或速度观测量给融合滤波器 (3); 融合滤波器 (3) 利用运动学模型作为系统模型, 观测量处理单元 (2) 根据处理结果建立观测模型, 经过融合滤波器 (3) 的处理最终得到行人导航结果。该方法克服了在没有其他辅助系统的情况下, 导航误差会迅速累积的缺点; IMU处理单元 (21) 考虑了手持智能设备 (1) 的多种模式, 突破了传统多传感器融合IMU需和载体固定的限制; 提高了行人导航的精确度。

一种基于新型多传感器融合技术的行人导航装置和方法

技术领域

本发明涉及多传感器融合和行人导航领域，尤其是一种基于新型多传感器融合技术的行人导航装置和方法。

背景技术

随着移动互联网的发展，室内外的行人导航应用蓬勃发展，例如大型商场室内导航、医院病人追踪、超市人流分析等。国内外多个市场分析报告一致认为行人导航将是一个有巨大市场的研究方向。与此同时，便携式智能设备，例如：智能手机、平板电脑和智能手表等在过去十年中一直超高速发展，已成为人们生活不可缺少的一部分。这些便携式设备大多数具备强大的处理器、无线收发器、摄像头、全球导航卫星系统 GNSS 接收机和众多传感器。因此，这些便携式智能设备已成为多传感器融合和行人导航相关应用的理想平台。

目前单一行人导航技术都存在不同程度的缺陷。基于 WiFi 和蓝牙等无线系统的行人导航技术通常具有无线信号强度在恶劣的环境下波动较大，无法提供完整的导航信息如三维位置、速度和姿态，系统性能高度依赖于发射设备的分布和数量，位置信息不连续平滑等缺陷。基于微惯性单元的行人导航技术短期精准，但导航误差累积较快。基于摄像头的视觉定位在复杂环境下视觉传感器标定较慢、特征信息提取错误率高、导航信息计算慢等缺陷。因此，多传感器融合已成为目前行人导航的主流方案。

目前，现有的多传感器融合技术一般包括以下几个步骤：（1）以惯性单元（三轴加速度计和三轴陀螺仪）的测量数据通过惯性机械编排算法计算跟踪物体的位置、速度和姿态信息；（2）建立与惯性机械编排算法对应的误差模型，并作为融合滤波器的系统模型；（3）将其他辅助系统（GPS、WiFi、蓝牙、RFID、GNSS 等）建立为融合滤波器的观测模型；（4）通过融合滤波器的预测和更新过程估计出系统状态量误差；和（5）将系统状态量误差补偿惯性单元误差和基于惯性机械编排算法的位置、速度和姿态信息，得出最终的位置信息、速度和姿态信息。

现有多传感器融合技术具有以下两个致命缺点（1）在没有其他辅助系统的情况下，导航误差会迅速累积；（2）当惯性单元与载体不固定的情况下，例如：行人导航中的手机和行人，传统的多传感器融合技术无法正确估计出载体的信息。因此，现有多传感器融合技术在很多场景下无法提供准确的行人导航信息。

发明内容

本发明所要解决的技术问题在于，提供一种基于新型多传感器融合技术的行人导航装置和方法，达到提升行人导航精度和可用性的效果。

为解决上述技术问题，本发明提供一种基于新型多传感器融合技术的行人导航装置和方法，包括：手持智能设备平台、观测量处理单元以及融合滤波器；手持智能设备利用自身硬件获取惯性测量单元（Inertial Measurement Unit, IMU）、磁力计、压力计、WiFi、低功耗蓝牙（Bluetooth Low Energy, BLE）和全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System, GNSS）的原始数据，观测量处理单元处理手持智能设备提供的原始数据以提供位置或速度等观测量给融合滤波器，融合滤波器利用运动学模型作为系统模型，观测量处理单元的结果建立观测模型，经过融合滤波器的处理最终得到行人导航结果。

优选的，手持智能设备平台包括现有智能设备常见的IMU、磁力计、压力计、WiFi、低功耗蓝牙和GNSS等；IMU提供加速度和角速度的原始数据；所述磁力计提供地磁的原始数据；压力计提供大气气压的原始数据；WiFi提供WiFi接收信号强度（Received Signal Strength, RSS）的原始数据；BLE提供BLERSS的原始数据；GNSS接收机提供GNSS的原始数据；智能设备平台任何可以提供观测信息的其他传感器都可以包含在所提出的多传感器融合算法中。

优选的，观测量处理单元包括：IMU处理单元、磁力计处理单元、压力计处理单元、WiFi处理单元、BLE处理单元和GNSS处理单元等；IMU处理单元处理所述IMU提供的加速度和角速度的原始数据以得到IMU位置信息并传送给所述融合滤波器；磁力计处理单元处理所述磁力计提供的地磁的原始数据以得到地磁位置信息并传送给所述融合滤波器；压力计处理单元处理所述压力计提供的大气气压的原始数据以得到高程信息并传送给所述融合滤波器；WiFi处理单元处理所述WiFi提供的RSS原始数据以得到WiFi位置信息并传送给所述融合滤波器；BLE处理单元处理所述BLE提供的RSS原始数据以得到BLE位置信息并传送给所述融合滤波器；GNSS处理单元处理所述GNSS接收机提供的位置和速度信息并传送给所述融合滤波器。观测量处理单元还包括其他处理单元以处理智能设备平台的其他传感器来得到位置或速度信息并传送给融合滤波器。

优选的，融合滤波器包括系统模型和观测模型；系统模型使用运动学模型对待测目标的位置和速度信息进行预测，并传送给观测模型；观测模型将系统模型预测的位置、

速度信息与观测量处理单元提供的基于 IMU、磁力计、压力计、WiFi、BLE 和 GNSS 等的位置、速度等信息结合，更新待测目标的最终位置和速度信息。

优选的，IMU 处理单元包括用户运动模式和设备使用模式识别模块、航向角偏差估计模块、改进航位推算算法模块，用户运动模式和设备使用模式识别模块根据所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选的硬件（例如磁力计）提供的原始数据识别出静止、行走、跑步等用户运动模式和手持、短信、电话、导航、口袋、背包等设备使用模式；航向角偏差估计模块根据所述用户运动模式和设备使用模式识别模块输出的用户运动模式和设备使用模式和所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选的硬件（例如磁力计）提供的原始数据估计出航向角偏差；改进航位推算算法模块根据所述航向角偏差估计模块输出的航向角偏差和所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选的硬件（例如磁力计）提供的原始数据得到 IMU 位置信息并传递给所述融合滤波器。

优选的，改进航位推算算法模块包括测姿系统模块、航向角偏差补偿模块、步伐检测模块、步长估计模块、航位推算算法模块，测姿系统模块根据所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选磁力计提供的原始数据识别出手持智能设备的姿态信息；航向角偏差补偿模块读取航向角偏差估计模块输出的航向角偏差并补偿给行人航向角、输出给航位推算算法；步伐检测模块算法模块根据所述手持智能设备平台的 IMU 的原始数据检测出行人的步数反馈给步长估计模块；步长估计模块根据所述步伐检测模块的结果和所述手持智能设备平台的 IMU 的原始数据估计出行人的步长，并反馈给所述的航位推算模块；航位推算模块根据所述步长估计模块输出的步长信息和所述航向角偏差补偿模块输出的行人航向角信息计算出 IMU 位置观测量并反馈给所述的融合滤波器。

相应地，本发明还提供了一种基于新型多传感器融合技术的行人导航方法，包括以下步骤：

(1) 手持智能设备利用自身硬件获取 IMU、磁力计、压力计、WiFi、BLE 和 GNSS 的原始数据；(2) 观测量处理单元处理手持智能设备提供的原始数据以提供位置或速度等观测量给融合滤波器；(3) 融合滤波器利用运动学模型作为系统模型，观测量处理单元的结果建立观测模型，经过融合滤波器的处理最终得到行人导航结果。

优选的，观测量处理单元处理手持智能设备提供的原始数据以提供位置或速度等观测量给融合滤波器包括如下步骤：

(1) IMU 处理单元处理所述 IMU 提供的加速度和角速度的原始数据以得到 IMU

位置信息并传送给所述融合滤波器；(2) 磁力计处理单元处理所述磁力计提供的地磁的原始数据以得到地磁位置信息并传送给所述融合滤波器；(3) 压力计处理单元处理所述压力计提供的大气气压的原始数据以得到高程信息并传送给所述融合滤波器；(4) WiFi 处理单元处理所述 WiFi 提供的 RSS 原始数据以得到 WiFi 位置信息并传送给所述融合滤波器；(5) BLE 处理单元处理所述 BLE 提供的 RSS 原始数据以得到 BLE 位置信息并传送给所述融合滤波器；(6) GNSS 处理单元处理所述 GNSS 芯片提供的 GNSS 的原始数据以得到 GNSS 的位置和速度信息并传送给所述融合滤波器。

优选的，IMU 处理单元处理 IMU 提供的加速度和角速度的原始数据以得到 IMU 位置信息并传送给所述融合滤波器包括如下步骤：

(1) 所述用户运动模式和设备使用模式识别模块根据所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选的硬件（例如磁力计）提供的原始数据识别出静止、行走、跑步等用户运动模式和手持、短信、电话、导航、口袋、背包等设备使用模式；

(2) 航向角偏差估计模块根据所述用户运动模式和设备使用模式识别模块输出的用户运动模式和设备使用模式和所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选的硬件（例如磁力计）提供的原始数据估计出航向角偏差；

(3) 改进航位推算算法模块根据所述航向角偏差估计模块输出的航向角偏差和所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选的硬件（例如磁力计）提供的原始数据得到 IMU 位置信息并传送给所述融合滤波器。

优选的，所述改进航位推算算法模块包括如下步骤：

(1) 测姿系统模块根据所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选磁力计提供的原始数据识别出手持智能设备的姿态信息；

(2) 航向角偏差补偿模块读取航向角偏差估计模块输出的航向角偏差并补偿给行人航向角、输出给航位推算算法；

(3) 步伐检测模块算法模块根据所述手持智能设备平台的 IMU 的原始数据检测出行人的步数反馈给步长估计模块；

(4) 步长估计模块根据所述步伐检测模块的结果和所述手持智能设备平台的 IMU 的原始数据估计出行人的步长，并反馈给所述的航位推算模块；

(5) 航位推算模块根据所述步长估计模块输出的步长信息和所述航向角偏差补偿模块输出的行人航向角信息计算出 IMU 位置观测量并反馈给所述的融合滤波器。

本发明的有益效果为：本发明优化了传统行人导航中 IMU 的使用方法，将其从融合滤波器的系统模型解放出来变成观测模型，克服了将传统多传感器融合在没有其他辅助系统的情况下，导航误差会迅速累积的缺点。本发明中的 IMU 处理模块考虑了日常生活中手持智能设备的多种模式，突破了传统多传感器融合 IMU 需和载体固定的限制。因此，本发明大大提高了行人导航的精确度和可用性。

附图说明

图 1 为本发明基于新型多传感器融合的行人导航装置的结构示意图。

图 2 为本发明中惯性单元处理模块的结构示意图。

图 3 为本发明中高斯内核支持向量机非线性分类器示意图。

图 4 为本发明中用户运动模式和智能设备使用模式识别支持向量机示意图。

图 5 为本发明中改进的行人航位推测算法示意图。

具体实施方式

如图 1 所示，一种基于新型多传感器融合的行人导航装置，包括：手持智能设备平台 1、观测量处理单元 2 以及融合滤波器 3。手持智能设备 1 利用自身硬件获取惯性测量单元（Inertial Measurement Unit, IMU）11、磁力计 12、压力计 13、WiFi14、低功耗蓝牙（Bluetooth Low Energy, BLE）15 和全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite Systems,GNSS）16 的原始数据，观测量处理单元 2 处理手持智能设备 1 提供的原始数据以提供位置或速度等观测量给融合滤波器 3，融合滤波器 3 利用运动学模型作为系统模型 31，观测量处理单元的结果建立观测模型 32，经过融合滤波器 3 的处理最终得到行人导航结果。上述新型多传感器融合行人导航装置可以用于各种手持智能设备（包括智能手机、平板电脑、智能手表等），手持智能设备可以手持或固定于行人身上。图 1 所示的新型多传感器融合的行人导航系统颠覆了传统行人导航中 IMU 的使用方法，将其从融合滤波器的系统模型 31 解放出来变成观测模型 32，克服了将传统多传感器融合行人导航装置在没有其他辅助系统的情况下，导航误差会迅速累积的缺点。

上述手持智能设备平台 1 包括现有智能设备常见的 IMU 11、磁力计 12、压力计 13、WiFi 14、BLE 15 和 GNSS 16 等；IMU 11 提供加速度和角速度的原始数据；磁力计 12 提供地磁的原始数据；所述压力计 13 提供大气气压的原始数据；WiFi 14 提供 WiFi 接收信号强度（Received Signal Strength, RSS）的原始数据；BLE 15 提供 BLERSS 的原始

数据；GNSS 16 提供 GNSS 的原始速度和位置数据。手持智能设备 1 任何可以提供观测信息的其他传感器都可以包含在所提出的多传感器融合算法中。

上述观测量处理单元 2 包括：IMU 处理单元 21、磁力计处理单元 22、压力计处理单元 23、WiFi 处理单元 24、BLE 处理单元 25 和 GNSS 处理单元 26 等。IMU 处理单元 21 处理所述 IMU 11 提供的加速度和角速度的原始数据以得到 IMU 位置信息并传送给所述融合滤波器 3；磁力计处理单元 22 处理所述磁力计 12 提供的地磁的原始数据以得到地磁位置信息并传送给所述融合滤波器 3；压力计处理单元 23 处理所述压力计 13 提供的大气气压的原始数据以得到高程信息并传送给所述融合滤波器 3；WiFi 处理单元 24 处理所述 WiFi 14 提供的 RSS 原始数据以得到 WiFi 位置信息并传送给所述融合滤波器 3；BLE 处理单元 25 处理所述 BLE 15 提供的 RSS 原始数据以得到 BLE 位置信息并传送给所述融合滤波器 3；GNSS 处理单元 26 处理所述 GNSS 16 原始数据以得到图像位置信息并传送给所述融合滤波器 3。观测量处理单元 2 还包括其他处理单元以处理手持智能设备平台 1 的其他传感器来得到位置或速度信息并传送给融合滤波器 3。

上述融合滤波器 3 包括系统模型 31 和观测模型 32。系统模型 31 使用运动学模型对待测目标的位置和速度信息进行预测，并传送给观测模型 32；观测模型 32 将系统模型 31 预测的位置、速度信息与观测量处理单元提供的基于 IMU 11、磁力计 12、压力计 13、WiFi 14、BLE 15 和 GNSS 16 等的位置、速度等信息结合，更新待测目标的最终位置和速度信息。

如图 2 所示，IMU 处理单元 21 包括用户运动模式和设备使用模式识别模块 211、航向角偏差估计模块 212、改进航位推算算法模块 213，用户运动模式和设备使用模式识别模块 211 根据所述手持智能设备平台的 IMU 11 和其他可选的硬件（例如磁力计 12）提供的原始数据识别出静止、行走、跑步等用户运动模式和手持、短信、电话、导航、口袋、背包等设备使用模式。航向角偏差估计 212 模块根据所述用户运动模式和设备使用模式识别模块 211 输出的用户运动模式和设备使用模式和所述手持智能设备平台的 IMU 11 和其他可选的硬件（例如磁力计 12）提供的原始数据估计出航向角偏差。改进航位推算算法模块 213 根据所述航向角偏差估计模块 212 输出的航向角偏差和所述手持智能设备平台 1IMU 11 和其他可选的硬件（例如磁力计 12）提供的原始数据得到 IMU 位置信息并传送给所述融合滤波器 3。图 2 中的所述 IMU 处理单元考虑了行人多种运动

模式和智能设备的多种使用模式，设计了针对多种使用场景的 IMU 数据处理方法，突破了传统算法中 IMU 需要和载体固定的限制，提高了行人导航系统的可用性。

用户运动模式和设备使用模式识别模块 211 使用现有的手持智能设备 1 相关传感器输出：IMU 11，磁强计 12，测距传感器（可选），光传感器（可选）。IMU 11 和磁强计 12 更新频率为 50-200 Hz；后两种传感器的输出为标量，更新为用户行为触发。用户运动模式和设备使用模式识别算法提取 1-3 秒内传感器统计数据，做出分类决定。用户运动模式和设备使用模式识别算法可以有多种实现方式。本发明用高斯内核对偶型支持向量机作为实现的示例。

如图 3 所示，基于高斯内核的支持向量机可以隐含的将特征向量映射到无限维线性空间，从而达到或超越非线性分类（如传统的 KNN）的效果。 l^1 范数软边际支持向量机原型如下：

训练公式（1）：

$$\begin{aligned} \min_{\mathbf{w}, b, \xi} & \|\mathbf{w}\|^2 + C \sum_{i=1}^N \xi_i \\ \text{s. t. } & y_i(\mathbf{w}^T \phi(\mathbf{x}_i) + b) \geq 1 - \xi_i, \\ & \xi_i \geq 0. \end{aligned}$$

其中， $\mathbf{x}_i \in R^d, y_i, i = 1, 2, \dots, N$ 为训练集中的特征向量与分类结果， $\mathbf{w} \in R^d$ 为权重向量， C 为可控规范化常量用以平衡对于训练集中数据的拟合过度与不足， $\phi(\cdot)$ 为特征向量映射函数。

分类公式（2）：

$$f(x) = \mathbf{w}^T \phi(x) + b.$$

由于满足 KKT 条件， l^1 范数软边际支持向量机对偶型如下：

训练公式（3）：

$$\begin{aligned} \max_{\alpha_i} & \sum_{i=1}^N \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N \alpha_j \alpha_k y_j y_k \phi(\mathbf{x}_i)^T \phi(\mathbf{x}_j) \\ \text{s. t. } & 0 \leq \alpha_i \leq C, \\ & \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i = 0. \end{aligned}$$

分类公式（4）：

$$f(x) = \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i \phi(x_i)^T \phi(x) + b.$$

引入高斯内核作为高效计算映射与内积的方式如下 (5):

$$k(x, x') = \phi(x)^T \phi(x') = \exp(-\|x - x'\|^2 / 2\sigma^2), \sigma > 0.$$

则对偶型转可以化为如下形式:

训练公式 (6):

$$\begin{aligned} \max_{\alpha_i} \quad & \sum_{i=1}^N \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N \alpha_j \alpha_k y_j y_k k(x_i, x_j) \\ \text{s. t.} \quad & 0 \leq \alpha_i \leq C, \\ & \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i = 0. \end{aligned}$$

分类公式 (7):

$$f(x) = \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i k(x_i, x) + b.$$

与传统的分类器 KNN 不同, 支持向量机对偶型的最优解 $\alpha_i, i = 1, 2, \dots, N$ 只存在少部分非零值, 因此只需保留少部分训练特征向量 (即支持向量) 参与在线的分类计算 (例如, 实现如图 3 所示的基于随机产生数据的非线性分类器, KNN 需要存储并使用 1000 个原始训练特征向量, 支持向量机则只需 142 个支持向量), 从而在很大程度上降低了对于处理器电池消耗与系统内存的需求, 比较适合于手持智能设备平台的应用。

用户运动模式和设备使用模式识别模块 211 将行人行为模式分为 5 类: 1. 静止; 2. 行走; 3. 跑步; 4. 自行车; 5. 驾驶汽车。行人行为模式的识别可以用于应用零速矫正, 调节跟踪滤波器过程噪声的方差, 以及调节动态系统马尔可夫过程的相关时间。所述用户运动模式和设备使用模式识别模块 211 将设备使用模式分为 4 类: 1. 前端平置; 2. 耳侧竖置; 3. 背包; 4. 臂章。手机姿态模式的识别可以用于前进方向的确定 (坐标变换), 以及调节跟踪滤波器过程噪声的方差。

如图 4 所示, 为应用二级分类器的用户运动模式和设备使用模式识别支持向量机示意图, 包括加速度统计量 2111、角速度统计量 2112、转动角和倾斜角统计量 2113、光和距离统计量 2114、速度反馈统计量 2115、特征规范化模块 2116、主成分分析模块 2117、

支持向量机模块 2118、用户运动模式一级分类器 2119 和设备使用模式二级分类器 2110。具体实现步骤有：线下收集具有代表性的数据集，进行特征向量规范化与主成分分析，应用公式（5）与（6）进行训练，提取并存储支持向量；在线计算传感器输出统计量，进行特征向量规范化与主成分提取（与训练集中系数相同），应用存储的支持向量，以及公式（5）与（7）进行二级分类，决定用户运动模式和设备使用模式。

本发明中的航向角偏差估计模块 212 包含多种不同的方法。当只有 IMU 11 可用时，我们采用基于主成分分析方法（Principle Component Analysis, PCA）。行人运动的一个特征是行人加速和减速的方向都在行进方向。因此可以通过 PCA 分析加速度计的数据得到行人的行进方向。当 GNSS 16 可用时，行人行进的方向可以通过 GNSS 的速度计算得来。当磁力计 12 可用的时候，行人行进的方向也可以通过磁力计 12 计算得来。手持智能设备的航向角则通过九轴融合或者六轴融合得来。因此，航向角偏差可以通过各种方法得来的行人行进方向的融合解和手持智能设备的航向角相减得到，并输出到航向角偏差补偿模块 2132。

如图 5 所示，为上述改进航位推算算法模块 213 示意图，包括测姿系统模块 2131、航向角偏差补偿模块 2132、步伐检测模块 2133、步长估计模块 2134、航位推算算法模块 2135，测姿系统模块 2131 根据所述手持智能设备平台 1 的 IMU 11 和其他可选磁力计 12 提供的原始数据识别出手持智能设备 1 的姿态信息。航向角偏差补偿模块 2132 读取航向角偏差估计模块 212 输出的航向角偏差并补偿给行人航向角、输出给航位推算算法模块 2135。步伐检测模块 2133 根据所述手持智能设备平台的 IMU 11 的原始数据检测出行人的步数反馈给步长估计模块 2134。步长估计模块 2134 根据所述步伐检测模块的结果和所述手持智能设备平台 1 的 IMU 11 的原始数据估计出行人的步长，并反馈给所述的航位推算模块 2135。航位推算模块 2135 根据所述步长估计模块 2134 输出的步长信息和所述航向角偏差补偿模块 2132 输出的行人航向信息计算出 IMU 位置观测量并输出给所述的融合滤波器 3。

测姿系统模块 2131 根据所述手持智能设备平台 1 的 IMU 11 和其他可选磁力计 12 提供的原始数据识别出手持智能设备 1 的姿态信息。测姿系统模块 2131 采用的算法根据地磁信息是否可用，选择九轴测姿算法或六轴测姿算法。最终，测姿系统模块 2131 输出智能设备 1 的航向角给航向角偏差补偿模块 2132。

所述航向角偏差补偿模块 2132 读取航向角偏差估计模块 212 输出的航向角偏差并

补偿给行人航向角、输出给航位推算算法模块 2135。具体计算公式如下：

$$\theta_p = \theta_d + \theta_{offset} \quad (1)$$

式中 θ_p 是行人航向角， θ_d 是设备航向角， θ_{offset} 是航向角偏差。

步伐检测模块 2133 根据所述手持智能设备平台 1 的 IMU 11 的原始数据检测出行人的步数反馈给步长估计模块 2134。步伐检测可以通过峰值检测、过零检测、相关检测和功率谱检测等方法检测步伐。本发明考虑到多种用户运动模式和设备使用模式，步伐检测算法采用峰值检测同时检测 IMU 11 的加速度数据和陀螺仪数据。

步长估计模块 2134 根据所述步伐检测模块 2133 的结果和所述手持智能设备平台 1 的 IMU 11 的原始数据估计出行人的步长，并输出给所述的航位推算模块 2135。步长估算可以通过加速度积分、钟摆模型、线性模型、经验模型等不同方法计算。本发明考虑到多种用户运动模式和设备使用模式，步长估算采用如下线性模型：

$$s_{k-1,k} = A \cdot (f_{k-1} + f_k) + B \cdot (\sigma_{acc,k-1} + \sigma_{acc,k}) + C \quad (2)$$

式中 A ， B 和 C 是常数， f_{k-1} 和 f_k 是 $k-1$ 时刻和 k 时刻的步频， $\sigma_{acc,k-1}$ 和 $\sigma_{acc,k}$ 是 $k-1$ 时刻和 k 时刻的加速度计的方差。

航位推算模块 2135 根据 $k-1$ 时刻的位置 $[r_{e,k-1} \ r_{n,k-1}]^T$ 、步长估计模块 2134 输出的步长信息 $s_{k-1,k}$ 和航向角偏差补偿模块 2132 输出的航向角信息 θ_{k-1} 推算出 k 时刻的位置 $[r_{e,k} \ r_{n,k}]^T$ 。对应的计算公式如下：

$$\begin{bmatrix} r_{e,k} \\ r_{n,k} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{e,k-1} \\ r_{n,k-1} \end{bmatrix} + s_{k-1,k} \cdot \begin{bmatrix} \cos \theta_{k-1} \\ \sin \theta_{k-1} \end{bmatrix} \quad (3)$$

最终，航位推算模块 2135 输出 IMU 位置观测量给所述的融合滤波器 3。

融合滤波器 3 包括系统模型 31 和观测模型 32。传统的多传感器融合结构一般通过惯性机械编排算法处理 IMU 测量数据，并建立相关的融合滤波器系统模型。由于惯性机械编排中存在很多积分操作，因此当没有外在辅助系统的情况下，传统的多传感器融合结构的定位误差会迅速累积。本发明克服传统的多传感器融合结构的缺陷，以行人的运动模型作为系统模型，而 IMU 相关数据和其他系统一样作为观测模型。

融合滤波器 3 可以采用卡尔曼滤波(Kalman Filter, KF)、自适应卡尔曼滤波(Adaptive Kalman Filter, AKF)、UKF 无损卡尔曼滤波(Unscented Kalman Filter, UKF) 或粒子

滤波 (Particle Filter, PF)。本发明给出 KF 的设计范例。其他的滤波器可以参考 KF 的设计。融合滤波器 3 实现为 KF 的状态向量定义如下:

$$\mathbf{x} = [r_e \ r_n \ r_u \ v_e \ v_n \ v_u]^T \quad (4)$$

式中 r_e , r_n 和 r_u 是三维位置 (东北天坐标系), v_e , v_n 和 v_u 是对应的三维速度组成。该 KF 系统模型 32 采用经典的运动学模型, 定义如下:

$$\mathbf{x}_{k+1|k} = \Phi_{k,k+1} \mathbf{x}_{k|k} + \omega_k \quad (5)$$

式中 $\mathbf{x}_{k+1|k}$ 是预测的状态向量, $\mathbf{x}_{k|k}$ 是在 k 时刻先前的状态向量, $\Phi_{k,k+1}$ 是一个 6×6 转移矩阵:

$$\Phi_{k,k+1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \Delta t & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \Delta t & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \Delta t \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

式中 Δt 是两个时刻的时间差。 ω_k 是协方差矩阵 $\mathbf{Q}_k = E(\omega_k \omega_k^T)$ 的处理噪声, 定义如下:

$$\omega_k = [0 \ 0 \ 0 \ \varpi_{e,k} \ \varpi_{n,k} \ \varpi_{u,k}]^T \quad (7)$$

式中 $\varpi_{e,k}$, $\varpi_{n,k}$ 和 $\varpi_{u,k}$ 是在 k 时刻东向天坐标系下的速度噪声, 按随机游走建模。

$$\begin{cases} \varpi_{e,k} = \varpi_{e,k-1} + n_e \cdot \Delta t \\ \varpi_{n,k} = \varpi_{n,k-1} + n_n \cdot \Delta t \\ \varpi_{u,k} = \varpi_{u,k-1} + n_u \cdot \Delta t \end{cases} \quad (8)$$

式中 $\varpi_{e,k-1}$, $\varpi_{n,k-1}$ 和 $\varpi_{u,k-1}$ 是在 $k-1$ 时刻东向天坐标系的速度噪声, n_e , n_n 和 n_u 是高斯白噪声, Δt 是两个时刻的时间差。

融合滤波器 3 实现为 KF 的测量模型 31 定义如下:

$$\mathbf{z}_k = \mathbf{H}_k \mathbf{x}_{k|k} + \mathbf{v}_k \quad (9)$$

式中 \mathbf{z}_k 是测量向量, \mathbf{H}_k 是决策矩阵。 \mathbf{v}_k 是测量噪声以高斯白噪声为模型, 其协方差矩阵为 $\mathbf{R}_k = E(\mathbf{v}_k \mathbf{v}_k^T)$ 。 \mathbf{z}_k 和 \mathbf{H}_k 随观测量的不同而变化。当观测量来自于 IMU 11 时, 典型的 \mathbf{z}_k 和 \mathbf{H}_k 定义如下:

$$\begin{aligned} \mathbf{z}_k &= [r_e \quad r_n]^T \\ \mathbf{H}_k &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (10)$$

当观测量来自于磁力计 12 时,典型的 \mathbf{z}_k 和 \mathbf{H}_k 定义如下:

$$\begin{aligned} \mathbf{z}_k &= [r_e \quad r_n \quad r_u]^T \\ \mathbf{H}_k &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (11)$$

当观测量来自于压力计 13 时,典型的 \mathbf{z}_k 和 \mathbf{H}_k 定义如下:

$$\begin{aligned} \mathbf{z}_k &= r_u \\ \mathbf{H}_k &= [0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0] \end{aligned} \quad (12)$$

当观测量来自于 WiFi 14 时,典型的 \mathbf{z}_k 和 \mathbf{H}_k 定义如下:

$$\begin{aligned} \mathbf{z}_k &= [r_e \quad r_n \quad r_u]^T \\ \mathbf{H}_k &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (13)$$

当观测量来自于 BLE15 时,典型的 \mathbf{z}_k 和 \mathbf{H}_k 定义如下:

$$\begin{aligned} \mathbf{z}_k &= [r_e \quad r_n \quad r_u]^T \\ \mathbf{H}_k &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (14)$$

当观测量来自于 GNSS16 时,典型的 \mathbf{z}_k 和 \mathbf{H}_k 定义如下:

$$\begin{aligned} \mathbf{z}_k &= [r_e \quad r_n \quad r_u \quad v_e \quad v_n \quad v_u]^T \\ \mathbf{H}_k &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (15)$$

KF 处理过程有两个阶段: 预测和更新。在预测过程, 根据系统模型预测出状态向量和协方差矩阵。

$$\begin{cases} \mathbf{x}_{k+1|k} = \Phi_{k,k+1} \mathbf{x}_{k|k} \\ \mathbf{P}_{k+1|k} = \Phi_{k,k+1} \mathbf{P}_{k|k} \Phi_{k,k+1}^T + \mathbf{Q}_k \end{cases} \quad (16)$$

在更新过程中，根据测量模型更新状态向量和协方差矩阵：

$$\begin{cases} \mathbf{K}_k = \mathbf{P}_{k|k-1} \mathbf{H}_k^T (\mathbf{H}_k \mathbf{P}_{k|k-1} \mathbf{H}_k^T + \mathbf{R}_k)^{-1} \\ \mathbf{x}_{k|k} = \mathbf{x}_{k|k-1} + \mathbf{K}_k (\mathbf{z}_k - \mathbf{H}_k \mathbf{x}_{k|k-1}) \\ \mathbf{P}_{k|k} = (\mathbf{I} - \mathbf{K}_k \mathbf{H}_k) \mathbf{P}_{k|k-1} (\mathbf{I} - \mathbf{K}_k \mathbf{H}_k)^T + \mathbf{R}_k \end{cases} \quad (17)$$

式中 \mathbf{K}_k 称为卡尔曼增益。

尽管本发明就优选实施方式进行了示意和描述，但本领域的技术人员应当理解，只要不超出本发明的权利要求所限定的范围，可以对本发明进行各种变化和修改。

权利要求书

1、一种基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于，包括：手持智能设备（1）、观测量处理单元（2）以及融合滤波器（3）；所述的手持智能设备（1）利用自身硬件获取观测量原始数据，所述观测量处理单元（2）处理手持智能设备（1）提供的原始数据以提供位置或速度等观测量给融合滤波器（3），所述融合滤波器利用运动学模型作为系统模型（32），观测量处理单元的结果建立观测模型（33），经过融合滤波器（3）的处理最终得到行人导航结果。

2、如权利要求1所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于，所述手持智能设备1自身硬件包括：惯性测量单元IMU（11）、磁力计（12）、压力计（13）、WiFi（14）、低功耗蓝牙BLE（15）和全球导航卫星系统GNSS（16）；所述IMU（11）提供加速度和角速度的原始数据；所述磁力计（12）提供地磁的原始数据；所述压力计（13）提供大气气压的原始数据；所述WiFi（14）提供WiFi接收信号强度RSS的原始数据；所述BLE（15）提供BLERSS的原始数据；所述GNSS接收机（16）提供GNSS的原始数据；手持智能设备（1）还可以包括提供观测信息的其他传感器。

3、如权利要求1所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于，观测量处理单元模块（2）包括：IMU处理单元（21）、磁力计处理单元（22）、压力计处理单元（23）、WiFi处理单元（24）、BLE处理单元（25）和GNSS处理单元（26）；所述IMU处理单元（21）处理所述IMU（11）提供的加速度和角速度的原始数据以得到IMU位置信息并传送给所述融合滤波器（3）；所述磁力计处理单元（22）处理所述磁力计（12）提供的地磁的原始数据以得到地磁位置信息并传送给所述融合滤波器（3）；所述压力计处理单元（23）处理所述压力计提供（13）的大气气压的原始数据以得到高程信息并传送给所述融合滤波器（3）；所述WiFi处理单元处理（24）所述WiFi（14）提供的RSS原始数据以得到WiFi位置信息并传送给所述融合滤波器（3）；所述BLE处理单元处理（25）所述BLE（15）提供的RSS原始数据以得到BLE位置信息并传送给所述融合滤波器（3）；所述GNSS处理单元（26）处理所述GNSS接收机（16）提供的位置和速度信息并传送给所述融合滤波器（3）；观测量处理单元模块（2）还包括其他处理单元以处理智能设备平台的其他传感器来得到位置或速度信息并传送给融合滤波器（3）。

4、如权利要求1所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于，所述IMU处理单元（21）包括用户运动模式和设备使用模式识别模块、航向角偏差估

计模块、改进航位推算算法模块，所述用户运动模式和设备使用模式识别模块根据所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选的硬件提供的原始数据识别出静止、行走、跑步等用户运动模式和手持、短信、电话、导航、口袋、背包等设备使用模式；所述航向角偏差估计模块根据所述用户运动模式和设备使用模式识别模块输出的用户运动模式和设备使用模式和所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选的硬件提供的原始数据估计出航向角偏差；改进航位推算算法模块根据所述航向角偏差估计模块输出的航向角偏差和所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选的硬件提供的原始数据得到 IMU 位置信息并传送给所述融合滤波器。

5、如权利要求 4 所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于，所述改进航位推算算法模块包括测姿系统模块、航向角偏差补偿模块、步伐检测模块、步长估计模块、航位推算算法模块，所述测姿系统模块根据所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选磁力计提供的原始数据识别出手持智能设备的姿态信息；所述航向角偏差补偿模块读取航向角偏差估计模块输出的航向角偏差并补偿给行人航向角、输出给航位推算算法；步伐检测模块算法模块根据所述手持智能设备平台的 IMU 的原始数据检测出行人的步数反馈给步长估计模块；步长估计模块根据所述步伐检测模块的结果和所述手持智能设备平台的 IMU 的原始数据估计出行人的步长，并反馈给所述的航位推算模块；航位推算模块根据所述步长估计模块输出的步长信息和所述航向角偏差补偿模块输出的行人航向角信息计算出 IMU 位置观测量并反馈给所述的融合滤波器。

6、如权利要求 4 所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于，所述用户运动模式和设备使用模式识别模块采用一种基于高斯内核对偶型支持向量机的二级分类器，在周期性时间间隔中提取手持智能设备的传感器输出，运用支持向量与高斯内核对用户运动模式与手机使用模式进行识别与分类。

7、如权利要求 1 所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于：计算 IMU，磁强计，可选测距，可选光传感器的输出统计量，及其衍生统计量，以其为特征向量进行规范化与主成分分析，截取相应于保留绝大多数数据方差的特征值的特征向量参与支持向量机的线下训练。

8、如权利要求 1 所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征是：手持智能设备平台的在线分类计算，只需存储并运用降维后的少数支持向量，进行用户运动模式与设备使用模式的二级分类。

9、一种基于新型多传感器融合技术的行人导航方法，其特征在于，包括如下步骤：

(1) 手持智能设备利用自身硬件获取 IMU、磁力计、压力计、WiFi、BLE 和 GNSS 的原始数据；

(2) 观测量处理单元处理手持智能设备提供的原始数据以提供位置或速度等观测量给融合滤波器；

(3) 融合滤波器利用运动学模型作为系统模型，观测量处理单元的结果建立观测模型，经过融合滤波器的处理最终得到行人导航结果。

10、如权利要求 9 所述的一种基于新型多传感器融合技术的行人导航方法，其特征在于，观测量处理单元处理手持智能设备提供的原始数据以提供位置或速度等观测量给融合滤波器包括如下步骤：

所述 IMU 处理单元处理所述 IMU 提供的加速度和角速度的原始数据以得到 IMU 位置信息并传递给所述融合滤波器；

所述磁力计处理单元处理所述磁力计提供的地磁的原始数据以得到地磁位置信息并传递给所述融合滤波器；

所述压力计处理单元处理所述压力计提供的大气气压的原始数据以得到高程信息并传递给所述融合滤波器；

所述 WiFi 处理单元处理所述 WiFi 提供的 RSS 原始数据以得到 WiFi 位置信息并传递给所述融合滤波器；

所述 BLE 处理单元处理所述 BLE 提供的 RSS 原始数据以得到 BLE 位置信息并传递给所述融合滤波器；

所述 GNSS 处理单元处理所述 GNSS 芯片提供的 GNSS 的原始数据以得到 GNSS 的位置和速度信息并传递给所述融合滤波器。

11、如权利要求 10 所述的一种基于新型多传感器融合技术的行人导航方法，其特征在于，IMU 处理单元处理 IMU 提供的加速度和角速度的原始数据以得到 IMU 位置信息并传递给所述融合滤波器包括如下步骤：

所述用户运动模式和设备使用模式识别模块根据所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选的硬件提供的原始数据识别出静止、行走、跑步等用户运动模式和手持、短信、电话、导航、口袋、背包等设备使用模式；

所述航向角偏差估计模块根据所述用户运动模式和设备使用模式识别模块输出的

用户运动模式和设备使用模式和所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选的硬件提供的原始数据估计出航向角偏差；

改进航位推算算法模块根据所述航向角偏差估计模块输出的航向角偏差和所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选的硬件提供的原始数据得到 IMU 位置信息并传送给所述融合滤波器。

12、如权利要求 11 所述的一种基于新型多传感器融合技术的行人导航方法，其特征在于，改进航位推算算法模块包括如下步骤：

所述测姿系统模块根据所述手持智能设备平台的 IMU 和其他可选磁力计提供的原始数据识别出手持智能设备的姿态信息；

所述航向角偏差补偿模块读取航向角偏差估计模块输出的航向角偏差并补偿给行人航向角、输出给航位推算算法；

步伐检测模块算法模块根据所述手持智能设备平台的 IMU 的原始数据检测出行人的步数反馈给步长估计模块；

步长估计模块根据所述步伐检测模块的结果和所述手持智能设备平台的 IMU 的原始数据估计出行人的步长，并反馈给所述的航位推算模块；

航位推算模块根据所述步长估计模块输出的步长信息和所述航向角偏差补偿模块输出的行人航向角信息计算出 IMU 位置观测量并反馈给所述的融合滤波器。

经修改的权利要求

国际局收到日：2017年10月16日(16.10.2017)

1、一种基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于，包括：手持智能设备（1）、观测量处理单元（2）以及融合滤波器（3）；所述的手持智能设备（1）利用自身硬件获取观测量原始数据，所述观测量处理单元（2）处理手持智能设备（1）提供的原始数据以提供位置或速度等观测量给融合滤波器（3）的观测模型（31），所述融合滤波器利用基于速度和位置关系的运动学模型作为系统模型（32），观测量处理单元的结果建立观测模型（31），经过融合滤波器（3）的处理最终得到行人导航结果。

2、如权利要求 1 所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于，所述手持智能设备（1）自身硬件包括：惯性测量单元 IMU（11）、磁力计（12）、压力计（13）、WiFi（14）、低功耗蓝牙 BLE（15）和全球导航卫星系统 GNSS（16）；所述 IMU（11）提供加速度和角速度的原始数据；所述磁力计（12）提供地磁的原始数据；所述压力计（13）提供大气气压的原始数据；所述 WiFi（14）提供 WiFi 接收信号强度 RSS 的原始数据；所述 BLE（15）提供 BLERSS 的原始数据；所述 GNSS 接收机（16）提供 GNSS 的原始数据；手持智能设备（1）还可以包括提供观测信息的其他传感器。

3、如权利要求 1 所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于，观测量处理单元（2）包括：IMU 处理单元（21）、磁力计处理单元（22）、压力计处理单元（23）、WiFi 处理单元（24）、BLE 处理单元（25）和 GNSS 处理单元（26）；所述 IMU 处理单元（21）处理所述 IMU（11）提供的加速度和角速度的原始数据以得到 IMU 位置信息并传递给所述融合滤波器（3）的观测模型（31）；所述磁力计处理单元（22）处理所述磁力计（12）提供的地磁的原始数据以得到地磁位置信息并传递给所述融合滤波器（3）的观测模型（31）；所述压力计处理单元（23）处理所述压力计提供（13）的大气气压的原始数据以得到高程信息并传递给所述融合滤波器（3）的观测模型（31）；所述 WiFi 处理单元（24）处理所述 WiFi（14）提供的 RSS 原始数据以得到 WiFi 位置信息并传递给所述融合滤波器（3）的观测模型（31）；所述 BLE 处理单元（25）处理所述 BLE（15）提供的 RSS 原始数据以得到 BLE 位置信息并传递给所述融合滤波器（3）的观测模型

(31)；所述 GNSS 处理单元 (26) 处理所述 GNSS 接收机 (16) 提供的位置和速度信息并传送给所述融合滤波器 (3) 的观测模型 (31)；观测量处理单元 (2) 还包括其他处理单元以处理智能设备 (1) 的其他传感器来得到位置或速度信息并传送给融合滤波器 (3) 的观测模型 (31)。

4、如权利要求 3 所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于，所述 IMU 处理单元 (21) 包括用户运动模式和设备使用模式识别模块 (211)、航向角偏差估计模块 (212)、改进航位推算算法模块 (213)，所述用户运动模式和设备使用模式识别模块 (211) 根据所述手持智能设备 (1) 的 IMU (11) 和其他可选的硬件提供的原始数据同时识别出静止、行走、跑步等用户运动模式和手持、短信、电话、导航、口袋、背包等设备使用模式；所述航向角偏差估计模块 (212) 根据所述用户运动模式和设备使用模式识别模块 (211) 输出的用户运动模式和设备使用模式和所述手持智能设备 (1) 的 IMU (11) 和其他可选的硬件提供的原始数据估计出航向角偏差；改进航位推算算法模块 (213) 根据所述航向角偏差估计模块输出的航向角偏差和所述手持智能设备 (1) 的 IMU (11) 和其他可选的硬件提供的原始数据得到 IMU 位置信息并传送给所述融合滤波器 (3) 的观测模型 (31)。

5、如权利要求 4 所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于，所述改进航位推算算法模块 (213) 包括测姿系统模块 (2131)、航向角偏差补偿模块 (2132)、步伐检测模块 (2133)、步长估计模块 (2134)、航位推算算法模块 (2135)，所述测姿系统模块 (2131) 根据所述手持智能设备 (1) 的 IMU (11) 和其他可选磁力计 (12) 提供的原始数据识别出手持智能设备的姿态信息；所述航向角偏差补偿模块 (2132) 读取航向角偏差估计模块 (212) 输出的航向角偏差并补偿给行人航向角、输出给航位推算算法模块 (2135)；步伐检测模块 (2133) 根据所述手持智能设备 (1) 的 IMU (11) 的原始数据检测出行人的步数反馈给步长估计模块 (2134)；步长估计模块 (2134) 根据所述步伐检测模块 (2133) 的结果和所述手持智能设备 (1) 的 IMU (11) 的原始数据估计出行人的步长，并反馈给所述的航位推算算法模块 (2135)；航位推算算法模块 (2135) 根据所述步长估计模块 (2134) 输出的步长信息和所述航向角偏差补偿模块 (2132)

输出的行人航向角信息计算出 IMU 位置观测量并反馈给所述的融合滤波器 (3) 的观测模型 (31)。

6、如权利要求 4 所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于，所述用户运动模式和设备使用模式识别模块 (211) 采用一种基于高斯内核对偶型支持向量机的二级分类器，在周期性时间间隔中提取手持智能设备的传感器输出，运用支持向量与高斯内核对用户运动模式与手机使用模式进行识别与分类。

7、如权利要求 1 所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征在于：计算 IMU，磁强计，可选测距，可选光传感器的输出统计量，及其衍生统计量，以其为特征向量进行特征规范化 (2116) 与主成分分析 (2117)，截取相应于保留绝大多数数据方差的特征值的特征向量参与支持向量机的线下训练。

8、如权利要求 1 所述的基于新型多传感器融合技术的行人导航装置，其特征是：手持智能设备平台的在线分类计算，只需存储并运用降维后的少数支持向量，进行用户运动模式与设备使用模式的二级分类。

9、一种基于新型多传感器融合技术的行人导航方法，其特征在于，包括如下步骤：

(1) 手持智能设备 (1) 利用自身硬件获取 IMU (11)、磁力计 (12)、压力计 (13)、WiFi (14)、BLE (15) 和 GNSS (16) 的原始数据；

(2) 观测量处理单元 (2) 处理手持智能设备 (1) 提供的原始数据以提供位置或速度等观测量给融合滤波器 (3) 的观测模型 (31)；

(3) 融合滤波器 (3) 利用基于速度和位置关系的运动学模型作为系统模型 (32)，观测量处理单元 (2) 的结果建立观测模型 (31)，经过融合滤波器 (3) 的处理最终得到行人导航结果。

10、如权利要求 9 所述的一种基于新型多传感器融合技术的行人导航方法，其特征在于，观测量处理单元 (2) 包括：IMU 处理单元 (21)、磁力计处理单元 (22)、压力计处理单元 (23)、WiFi 处理单元 (24)、BLE 处理单元 (25) 和 GNSS 处理单元 (26)；观测量处理单元 (2) 处理手持智能设备 (1) 提供的原始数据以提供位置或速度等观测量给融合滤波器 (3) 的观测模型 (31) 包括如下步骤：

所述 IMU 处理单元 (21) 处理所述 IMU 提供的加速度和角速度的原始数据以得到 IMU 位置信息并传送给所述融合滤波器 (3) 的观测模型 (31);

所述磁力计处理单元 (22) 处理所述磁力计提供的地磁的原始数据以得到地磁位置信息并传送给所述融合滤波器 (3) 的观测模型 (31);

所述压力计处理单元 (23) 处理所述压力计提供的大气气压的原始数据以得到高程信息并传送给所述融合滤波器 (3) 的观测模型 (31);

所述 WiFi 处理单元 (24) 处理所述 WiFi 提供的 RSS 原始数据以得到 WiFi 位置信息并传送给所述融合滤波器 (3) 的观测模型 (31);

所述 BLE 处理单元 (25) 处理所述 BLE 提供的 RSS 原始数据以得到 BLE 位置信息并传送给所述融合滤波器 (3) 的观测模型 (31);

所述 GNSS 处理单元 (26) 处理所述 GNSS 芯片提供的 GNSS 的原始数据以得到 GNSS 的位置和速度信息并传送给所述融合滤波器 (3) 的观测模型 (31)。

11、如权利要求 10 所述的一种基于新型多传感器融合技术的行人导航方法，其特征在于，所述 IMU 处理单元 (21) 包括用户运动模式和设备使用模式识别模块 (211)、航向角偏差估计模块 (212)、改进航位推算算法模块 (213)；IMU 处理单元 (21) 处理 IMU (11) 提供的加速度和角速度的原始数据以得到 IMU 位置信息并传送给所述融合滤波器 (3) 包括如下步骤：

所述用户运动模式和设备使用模式识别模块 (211) 根据所述手持智能设备平台 (1) 的 IMU (11) 和其他可选的硬件提供的原始数据同时识别出静止、行走、跑步等用户运动模式和手持、短信、电话、导航、口袋、背包等设备使用模式；

所述航向角偏差估计模块 (212) 根据所述用户运动模式和设备使用模式识别模块 (211) 输出的用户运动模式和设备使用模式和所述手持智能设备平台 (1) 的 IMU (11) 和其他可选的硬件提供的原始数据估计出航向角偏差；

改进航位推算算法模块 (213) 根据所述航向角偏差估计模块 (212) 输出的航向角偏差和所述手持智能设备平台 (1) 的 IMU (11) 和其他可选的硬件提供的原始数据得到 IMU 位置信息并传送给所述融合滤波器 (3) 的观测模型 (31)。

12、如权利要求 11 所述的一种基于新型多传感器融合技术的行人导航方法，其特征在于，所述改进航位推算算法模块 (213) 包括测姿系统模块 (2131)、航向

角偏差补偿模块（2132）、步伐检测模块（2133）、步长估计模块（2134）、航位推算算法模块（2135）；改进航位推算算法模块（213）包括如下步骤：

所述测姿系统模块（2131）根据所述手持智能设备平台（1）的 IMU（11）和其他可选磁力计（12）提供的原始数据识别出手持智能设备的姿态信息；

所述航向角偏差补偿模块（2132）读取航向角偏差估计模块（212）输出的航向角偏差并补偿给行人航向角、输出给航位推算算法（2135）；

步伐检测模块（2133）根据所述手持智能设备平台（1）的 IMU（11）的原始数据检测出行人的步数反馈给步长估计模块（2134）；

步长估计模块（2134）根据所述步伐检测模块（2133）的结果和所述手持智能设备平台（1）的 IMU（11）的原始数据估计出行人的步长，并反馈给所述的航位推算模块（2135）；

航位推算模块（2135）根据所述步长估计模块（2134）输出的步长信息和所述航向角偏差补偿模块（2132）输出的行人航向角信息计算出 IMU 位置观测量并反馈给所述的融合滤波器（3）的观测模型（31）。

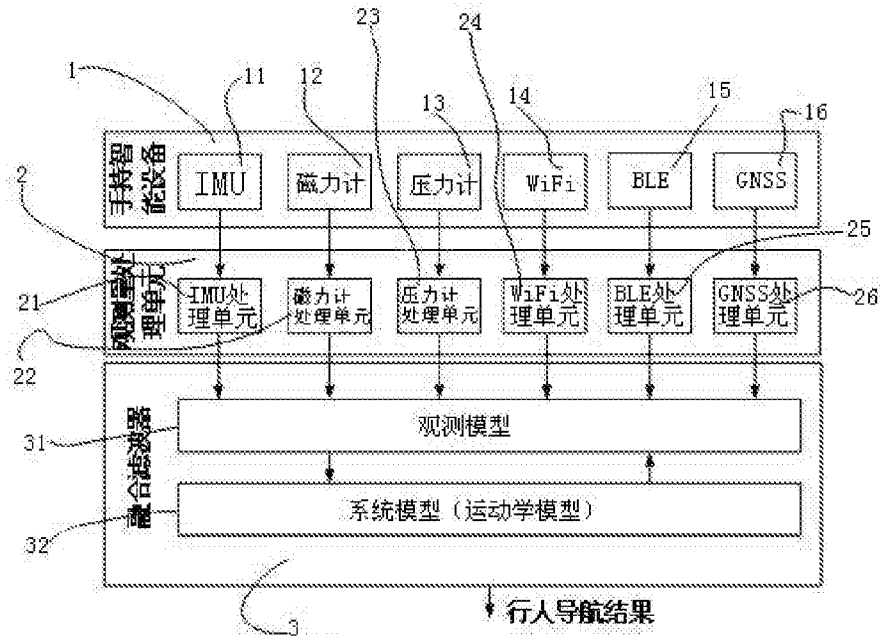


图 1

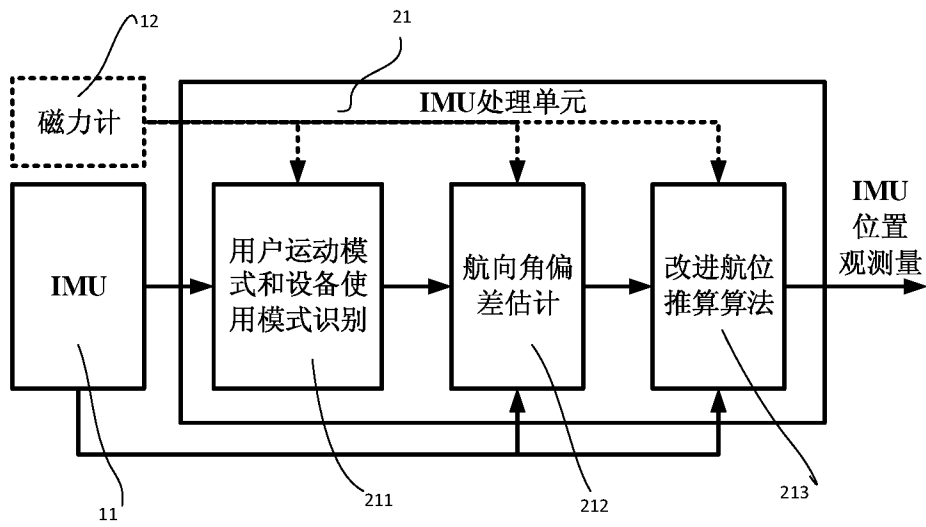


图 2

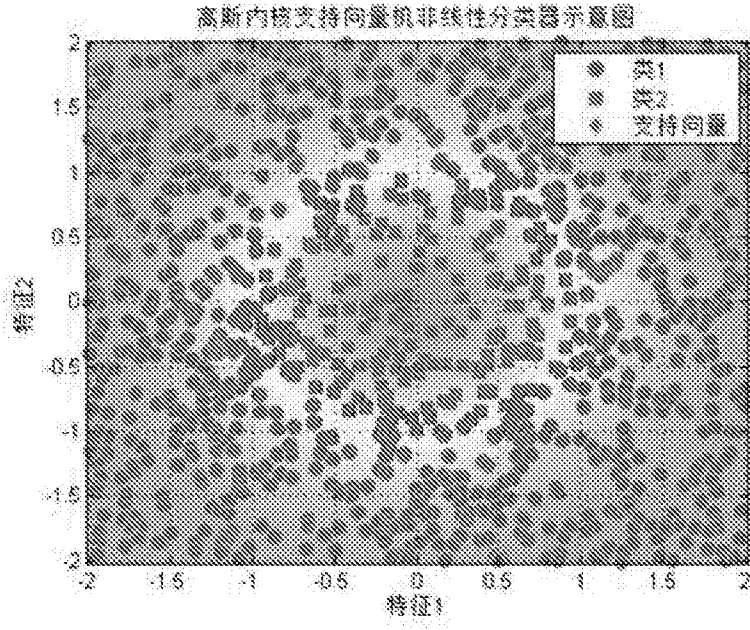


图 3

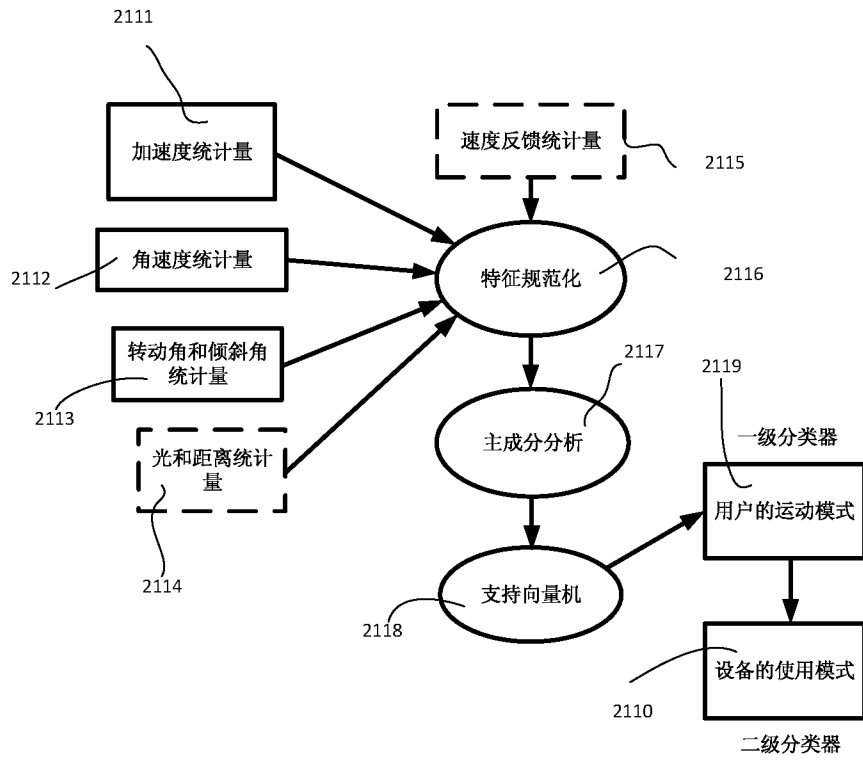


图 4

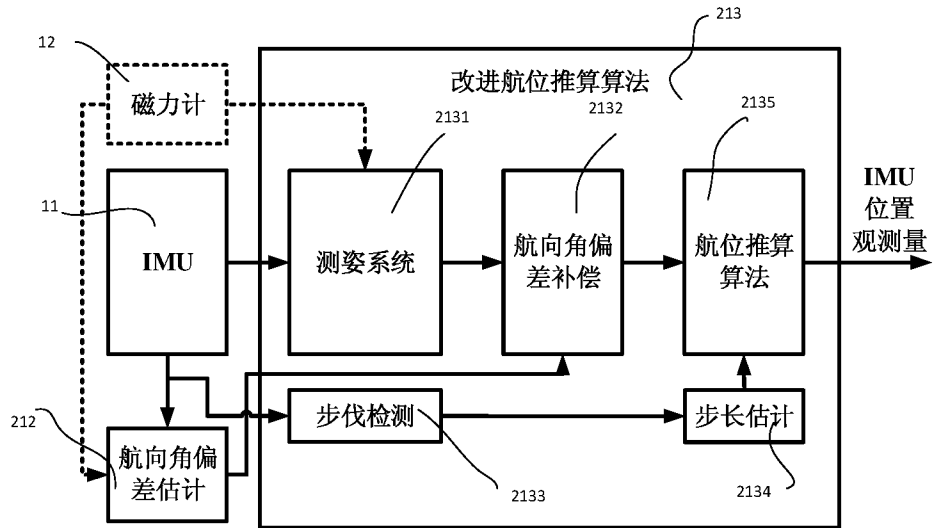


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/087281

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C 21/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: pedestrian, satellite, Big Dipper, inertia, inertial navigation, movement, model, stop, GPS, GNSS, Bluetooth, IMU, WiFi, RSS, location, navigation, room, indoor, manometer, magnetometer, walk, run

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	HUANG, Chengkai. "Application of Multiple Sensor Information Fusion Algorithms in Indoor Positioning" ELECTRONIC TECHNOLOGY & INFORMATION SCIENCE, CHINA MASTER'S THESES FULL-TEXT DATABASE, 15 August 2015 (15.08.2015), ISSN: 1674-0246, the main body, pages 2, 5, 7, 15, 27, 28, 41, 42, 44, 45 and 47	1-12
A	WO 2016042296 A2 (ISIS INNOVATION LIMITED), 24 March 2016 (24.03.2016), the whole document	1-12
A	CN 103968827 A (BEIJING INFORMATION SCIENCE & TECHNOLOGY UNIVERSITY et al.), 06 August 2014 (06.08.2014), the whole document	1-12
A	CN 105433949 A (FITBIT, INC.), 30 March 2016 (30.03.2016), the whole document	1-12
A	CN 105588566 A (CHONGQING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS), 18 May 2016 (18.05.2016), the whole document	1-12
A	CN 104931049 A (BEIJING INFORMATION SCIENCE & TECHNOLOGY UNIVERSITY et al.), 23 September 2015 (23.09.2015), the whole document	1-12

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search
17 January 2017 (17.01.2017)

Date of mailing of the international search report
01 March 2017 (01.03.2017)

Name and mailing address of the ISA/CN:
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer
LIU, Mei
Telephone No.: (86-10) **61648431**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/087281

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2016042296 A2	24 March 2016	None	
CN 103968827 A	06 August 2014	None	
CN 105433949 A	30 March 2016	US 2016084869 A1	24 March 2016
		US 9410979 B2	09 August 2016
CN 105588566 A	18 May 2016	None	
CN 104931049 A	23 September 2015	None	

<p>A. 主题的分类</p> <p>G01C 21/00 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)</p> <p>G01C</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))</p> <p>WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI: 步行, 行人, 室内, 卫星, 北斗, 导航, 定位, 惯性, 惯导, 蓝牙, 兰牙, 运动, 模型, 走, 跑, 停, 磁力计, 压力计, GPS, GNSS, Bluetooth, IMU, WiFi, RSS, location, navigation, room, indoor, manometer, magnetometer, walk, run</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>黄承恺. “多传感器信息融合算法在室内定位中的应用” 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》, 2015年 8月 15日 (2015 - 08 - 15), ISSN: 1674-0246, 正文第2, 5, 7, 15, 27, 28, 41, 42, 44, 45, 47页</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2016042296 A2 (ISIS INNOVATION LIMITED) 2016年 3月 24日 (2016 - 03 - 24) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103968827 A (北京信息科技大学 等) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105433949 A (飞比特公司) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105588566 A (重庆邮电大学) 2016年 5月 18日 (2016 - 05 - 18) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104931049 A (北京信息科技大学 等) 2015年 9月 23日 (2015 - 09 - 23) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	黄承恺. “多传感器信息融合算法在室内定位中的应用” 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》, 2015年 8月 15日 (2015 - 08 - 15), ISSN: 1674-0246, 正文第2, 5, 7, 15, 27, 28, 41, 42, 44, 45, 47页	1-12	A	WO 2016042296 A2 (ISIS INNOVATION LIMITED) 2016年 3月 24日 (2016 - 03 - 24) 全文	1-12	A	CN 103968827 A (北京信息科技大学 等) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 全文	1-12	A	CN 105433949 A (飞比特公司) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30) 全文	1-12	A	CN 105588566 A (重庆邮电大学) 2016年 5月 18日 (2016 - 05 - 18) 全文	1-12	A	CN 104931049 A (北京信息科技大学 等) 2015年 9月 23日 (2015 - 09 - 23) 全文	1-12
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	黄承恺. “多传感器信息融合算法在室内定位中的应用” 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》, 2015年 8月 15日 (2015 - 08 - 15), ISSN: 1674-0246, 正文第2, 5, 7, 15, 27, 28, 41, 42, 44, 45, 47页	1-12																					
A	WO 2016042296 A2 (ISIS INNOVATION LIMITED) 2016年 3月 24日 (2016 - 03 - 24) 全文	1-12																					
A	CN 103968827 A (北京信息科技大学 等) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 全文	1-12																					
A	CN 105433949 A (飞比特公司) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30) 全文	1-12																					
A	CN 105588566 A (重庆邮电大学) 2016年 5月 18日 (2016 - 05 - 18) 全文	1-12																					
A	CN 104931049 A (北京信息科技大学 等) 2015年 9月 23日 (2015 - 09 - 23) 全文	1-12																					
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																						
2017年 1月 17日	2017年 3月 1日																						
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																						
中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451	刘玫 电话号码 (86-10) 61648431																						

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/087281

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
WO	2016042296	A2	2016年 3月 24日	无			
CN	103968827	A	2014年 8月 6日	无			
CN	105433949	A	2016年 3月 30日	US	2016084869	A1	2016年 3月 24日
				US	9410979	B2	2016年 8月 9日
CN	105588566	A	2016年 5月 18日	无			
CN	104931049	A	2015年 9月 23日	无			