



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107801203 A

(43)申请公布日 2018.03.13

(21)申请号 201711115129.7

(22)申请日 2017.11.13

(71)申请人 毛国强

地址 澳大利亚新南威尔士州林德菲尔德区
普若文修路36号

申请人 欧阳毅刚

(72)发明人 毛国强 欧阳毅刚

(74)专利代理机构 深圳市精英专利事务所
44242

代理人 冯筠

(51)Int.Cl.

H04W 24/08(2009.01)

H04N 7/18(2006.01)

H04B 17/318(2015.01)

G01S 5/02(2010.01)

权利要求书3页 说明书14页 附图4页

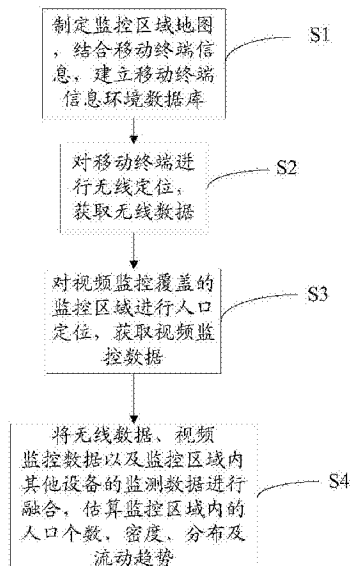
(54)发明名称

基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法及其系统

(57)摘要

本发明涉及基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法及其系统,本方法包括制定监控区域地图,结合移动终端信息,建立移动终端信息环境数据库;对移动终端进行无线定位,获取无线数据;对视频监控覆盖的监控区域进行人口定位,获取视频监控数据;将无线数据、监控数据以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。本发明通过设置移动终端信息环境数据库,采用无线定位以及视频定位方式,结合移动终端信息环境数据库,获取无线数据以及视频监控数据,配合监控区域内其他设备所监测到的数据,将三方面数据进行融合,能够最大限度的利用现有设施进行人口流动性估计,估算精确高,适用范围广。

CN 107801203 A



1. 基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法,其特征在于,所述方法包括:
制定监控区域地图,结合移动终端信息,建立移动终端信息环境数据库;
对移动终端进行无线定位,获取无线数据;
对视频监控覆盖的监控区域进行人口定位,获取视频监控数据;
将无线数据、视频监控数据以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。

2. 根据权利要求1所述的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法,其特征在于,制定监控区域地图,结合移动终端信息,建立移动终端信息环境数据库的步骤,包括以下具体步骤:

制定监控区域地图;

建立移动终端无线标识信息和移动终端持有人的图像识别信息的匹配关系,形成匹配关系库;

对具备匹配关系的移动终端持有人进行视频定位,获取移动终端持有人的位置以及移动终端的位置;

采集移动终端的信号强度;

根据移动终端的位置、移动终端信号强度以及移动终端的无线标识信息,形成移动终端信息环境数据库。

3. 根据权利要求2所述的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法,其特征在于,对移动终端进行无线定位,获取无线数据的步骤,包括以下具体步骤:

扫描并获取移动终端的信号强度;

根据移动终端信息环境数据库内信号强度以及扫描获取的信号强度,获取当前移动终端的实时坐标信息;

统计移动终端的个数以及移动终端的实时坐标信息,获取监控区域内的移动终端个数、移动终端密度及空间分布情况;

根据移动终端实时坐标信息及其随时间的变化、移动终端个数、移动终端密度及空间分布情况,获取移动终端持有人流动性特征,形成无线数据。

4. 根据权利要求1至3任一项所述的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法,其特征在于,对视频监控覆盖的监控区域进行人口定位,获取视频监控数据的步骤,包括以下具体步骤:

根据视频监控设备在监控区域地图内的坐标以及视频监控设备的倾角,估算人口中单个个体在监控区域地图内的坐标;

统计单个个体在监控区域地图内的坐标信息,获取视频监控覆盖的监控区域的人口个数、密度以及分布情况,形成视频监控数据。

5. 根据权利要求4所述的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法,其特征在于,根据视频监控设备在监控区域地图内的坐标以及视频监控设备的倾角,估算人口中单个个体在监控区域地图内的坐标的步骤,具体是基于图像的使用背景差、帧差法或光流法算法进行目标检测,获取人口中单个个体在监控区域地图内的坐标。

6. 根据权利要求4所述的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法,其特征在于,将无线数据、视频监控数据以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区

域内的人口个数、密度、分布及流动趋势的步骤,包括以下具体步骤:

将时间划分为若干个互不重叠的且连续的时间段,并对时间段进行标号;

获取视频监控数据内每个时间段内的人口个数以及无线数据内与视频监控数据相同时间及空间段内的移动终端个数;

根据人口个数以及移动终端个数采用最小均方差,获取矫正系数;

根据矫正系数以及移动终端个数,依次矫正人口个数;

将矫正后的人口个数以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。

7. 根据权利要求6所述的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法,其特征在于,将矫正后的人口个数以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势的步骤,具体采用基于贝叶斯估计的原理,采用最小方差、最小绝对值误差、归一化最小二乘误差、最小熵作为目标获取监控区域内其他设备的监测数据的估计参数,将其他设备的监测数据的估计参数与矫正系数融合,形成估算参数,对矫正后的人口个数进行重新估算,获取监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。

8. 基于多数据融合的人口密度及流动性的估算系统,其特征在于,包括数据库建立单元、无线定位单元、视频定位单元以及估算单元;

所述数据库建立单元,用于制定监控区域地图,结合移动终端信息,建立移动终端信息环境数据库;

所述无线定位单元,用于对移动终端进行无线定位,获取无线数据;

所述视频定位单元,用于对视频监控覆盖的监控区域进行人口定位,获取视频监控数据;

所述估算单元,用于将无线数据、视频监控数据以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。

9. 根据权利要求8所述的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算系统,其特征在于,所述数据库建立单元包括地图制定模块、匹配模块、位置获取模块、信号强度采集模块以及建立模块;

所述地图制定模块,用于制定监控区域地图;

所述匹配模块,用于建立移动终端无线标识信息和移动终端持有人的图像识别信息的匹配关系,形成匹配关系库;

所述位置获取模块,用于对具备匹配关系的移动终端持有人进行视频定位,获取移动终端持有人的位置以及移动终端的位置;

所述信号强度采集模块,用于采集移动终端的信号强度;

所述建立模块,用于根据移动终端的位置、移动终端信号强度以及移动终端的无线标识信息,形成移动终端信息环境数据库。

10. 根据权利要求9所述的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算系统,其特征在于,所述无线定位单元包括扫描模块、坐标信息获取模块、统计模块以及流动性特征获取模块;

所述扫描模块,用于扫描并获取移动终端的信号强度;

所述坐标信息获取模块,用于根据移动终端信息环境数据库内信号强度以及扫描获取

的信号强度,获取当前移动终端的实时坐标信息;

所述统计模块,用于统计移动终端的个数以及移动终端的实时坐标信息,获取监控区域内的移动终端个数、移动终端密度及空间分布情况;

所述流动性特征获取模块,用于根据移动终端实时坐标信息及其随时间的变化、移动终端个数、移动终端密度及空间分布情况,获取移动终端持有人流动性特征,形成无线数据。

基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法及其系统

技术领域

[0001] 本发明涉及人口密度及流动性估算技术领域,更具体地说是指基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法及其系统。

背景技术

[0002] 人口密度、分布及流动趋势是大型公共场所,例如商场、购物中心、广场、机场及车站,在日常管理和决策、安全管理、交通规划等方面的重要依据。一些公共场所在节假日或大型活动时聚集大量的人口,如何准确的测量、估计人口的密度和流向,提前发现安全风险并预警一直以来是公共安全管理的一个重要难题。另外,在一些公共场所,例如地铁站、大型活动场所,对人口的密度和流向进行估计不但可以帮助公共安全管理,而且可以用于相应的交通规划和人口疏导。在商场、购物中心等公共场所的人口密度和流向估计更可以为相关商业决策提供依据。在某些安全领域,不仅需要对人口总体特征进行估计,还需要对单个个体的位置及移动轨迹进行估计。

[0003] 现有技术主要是依靠两种方法来获取人口密度、分布及流动趋势,一是视频监控,通过视频监控获取视频信号并用人工或者图像分析技术来估计出人口密度、分布及流动趋势并实现对单个个体的识别与跟踪,该类方法容易受到视频监控覆盖区域小、信号容易被遮挡、光照变化等因素影响,而且在人口密度大时较难实现准确估计,当多个监控头捕捉到同一个体的不同侧面时,准确识别也难度较大,因而这类技术的效率较低并且难以实现监控区域的全覆盖;二是无线信号监测技术,这类技术通过捕捉人体随身携带移动终端设备的无线信号,如WI-FI信号、蓝牙信号或蜂窝网信号,实现对单个个体的定位以及人口密度、分布及流动趋势的估计,这类技术受无线信号的随机波动、单个个体携带移动终端设备数量(即没有携带移动终端设备、携带一个或多个移动终端设备等)以及不同移动终端设备对无线信号的响应速度等因素影响,准确度较低。

[0004] 因此,有必要设计一种基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法,实现提高监测准确度。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术的缺陷,提供基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法及其系统。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法,所述方法包括:

[0007] 制定监控区域地图,结合移动终端信息,建立移动终端信息环境数据库;

[0008] 对移动终端进行无线定位,获取无线数据;

[0009] 对视频监控覆盖的监控区域进行人口定位,获取视频监控数据;

[0010] 将无线数据、视频监控数据以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。

[0011] 其进一步技术方案为:制定监控区域地图,结合移动终端信息,建立移动终端信息环境数据库的步骤,包括以下具体步骤:

[0012] 制定监控区域地图;

[0013] 建立移动终端无线标识信息和移动终端持有人的图像识别信息的匹配关系,形成匹配关系库;

[0014] 对具备匹配关系的移动终端持有人进行视频定位,获取移动终端持有人的位置以及移动终端的位置;

[0015] 采集移动终端的信号强度;

[0016] 根据移动终端的位置、移动终端信号强度以及移动终端的无线标识信息,形成移动终端信息环境数据库。

[0017] 其进一步技术方案为:对移动终端进行无线定位,获取无线数据的步骤,包括以下具体步骤:

[0018] 扫描并获取移动终端的信号强度;

[0019] 根据移动终端信息环境数据库内信号强度以及扫描获取的信号强度,获取当前移动终端的实时坐标信息;

[0020] 统计移动终端的个数以及移动终端的实时坐标信息,获取监控区域内的移动终端个数、移动终端密度及空间分布情况;

[0021] 根据移动终端实时坐标信息及其随时间的变化、移动终端个数、移动终端密度及空间分布情况,获取移动终端持有人流动性特征,形成无线数据。

[0022] 其进一步技术方案为:对视频监控覆盖的监控区域进行人口定位,获取视频监控数据的步骤,包括以下具体步骤:

[0023] 根据视频监控设备在监控区域地图内的坐标以及视频监控设备的倾角,估算人口中单个个体在监控区域地图内的坐标;

[0024] 统计单个个体在监控区域地图内的坐标信息,获取视频监控覆盖的监控区域的人口个数、密度以及分布情况,形成视频监控数据。

[0025] 其进一步技术方案为:根据视频监控设备在监控区域地图内的坐标以及视频监控设备的倾角,估算人口中单个个体在监控区域地图内的坐标的步骤,具体是基于图像的使用背景差、帧差法或光流法算法进行目标检测,获取人口中单个个体在监控区域地图内的坐标。

[0026] 其进一步技术方案为:将无线数据、视频监控数据以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势的步骤,包括以下具体步骤:

[0027] 将时间划分为若干个互不重叠的且连续的时间段,并对时间段进行标号;

[0028] 获取视频监控数据内每个时间段内的人口个数以及无线数据内与视频监控数据相同时间及空间段内的移动终端个数;

[0029] 根据人口个数以及移动终端个数采用最小均方差,获取矫正系数;

[0030] 根据矫正系数以及移动终端个数,依次矫正人口个数;

[0031] 将矫正后的人口个数以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。

[0032] 其进一步技术方案为：将矫正后的人口个数以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合，估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势的步骤，具体采用基于贝叶斯估计的原理，采用最小方差、最小绝对值误差、归一化最小二乘误差、最小熵作为目标获取监控区域内其他设备的监测数据的估计参数，将其他设备的监测数据的估计参数与矫正系数融合，形成估算参数，对矫正后的人口个数进行重新估算，获取监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。

[0033] 本发明还提供了基于多数据融合的人口密度及流动性的估算系统，包括数据库建立单元、无线定位单元、视频定位单元以及估算单元；

[0034] 所述数据库建立单元，用于制定监控区域地图，结合移动终端信息，建立移动终端信息环境数据库；

[0035] 所述无线定位单元，用于对移动终端进行无线定位，获取无线数据；

[0036] 所述视频定位单元，用于对视频监控覆盖的监控区域进行人口定位，获取视频监控数据；

[0037] 所述估算单元，用于将无线数据、视频监控数据以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合，估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。

[0038] 其进一步技术方案为：所述数据库建立单元包括地图制定模块、匹配模块、位置获取模块、信号强度采集模块以及建立模块；

[0039] 所述地图制定模块，用于制定监控区域地图；

[0040] 所述匹配模块，用于建立移动终端无线标识信息和移动终端持有人的图像识别信息的匹配关系，形成匹配关系库；

[0041] 所述位置获取模块，用于对具备匹配关系的移动终端持有人进行视频定位，获取移动终端持有人的位置以及移动终端的位置；

[0042] 所述信号强度采集模块，用于采集移动终端的信号强度；

[0043] 所述建立模块，用于根据移动终端的位置、移动终端信号强度以及移动终端的无线标识信息，形成移动终端信息环境数据库。

[0044] 其进一步技术方案为：所述无线定位单元包括扫描模块、坐标信息获取模块、统计模块以及流动性特征获取模块；

[0045] 所述扫描模块，用于扫描并获取移动终端的信号强度；

[0046] 所述坐标信息获取模块，用于根据移动终端信息环境数据库内信号强度以及扫描获取的信号强度，获取当前移动终端的实时坐标信息；

[0047] 所述统计模块，用于统计移动终端的个数以及移动终端的实时坐标信息，获取监控区域内的移动终端个数、移动终端密度及空间分布情况；

[0048] 所述流动性特征获取模块，用于根据移动终端实时坐标信息及其随时间的变化、移动终端个数、移动终端密度及空间分布情况，获取移动终端持有人流动性特征，形成无线数据。

[0049] 本发明与现有技术相比的有益效果是：本发明的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法，通过设置移动终端信息环境数据库，采用无线定位以及视频定位方式，结合移动终端信息环境数据库，获取无线数据以及视频监控数据，配合监控区域内其他设备所监测到的数据，将三方面数据进行融合，能够最大限度的利用现有设施进行人口流动性

估计,估算精确高,误差小,适用范围广。

[0050] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步描述。

附图说明

[0051] 图1为本发明具体实施例提供的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法的流程框图;

[0052] 图2为本发明具体实施例提供的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法的使用示意图;

[0053] 图3为本发明具体实施例提供的建立移动终端信息环境数据库的流程框图;

[0054] 图4为本发明具体实施例提供的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算系统的结构框图。

具体实施方式

[0055] 为了更充分理解本发明的技术内容,下面结合具体实施例对本发明的技术方案进一步介绍和说明,但不局限于此。

[0056] 如图1~4所示的具体实施例,本实施例提供的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法,可以运用在人口密度及流动性估计过程中,实现提高监测准确度。

[0057] 如图1所示,本实施例提供了基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法,该方法包括:

[0058] S1、制定监控区域地图,结合移动终端信息,建立移动终端信息环境数据库;

[0059] S2、对移动终端进行无线定位,获取无线数据;

[0060] S3、对视频监控覆盖的监控区域进行人口定位,获取视频监控数据;

[0061] S4、将无线数据、视频监控数据以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。

[0062] 更进一步地,对于上述的S1步骤,移动终端信息环境数据库包括在监控区域各个位置的坐标信息、处于该位置的移动终端标识、处于该位置的移动终端发射的信号到达无线设备(Wi-Fi接入点设备、蓝牙监测设备或蜂窝网基站)的信号强度以及该信号强度的统计特征(如均值、方差、统计分布等)。结合视频监控设备和无线设备(Wi-Fi接入点设备、蓝牙监测设备或蜂窝网基站)采集到的信息,建立该数据库,能够在系统运行时对该数据库的信息进行实时更新和校准,从移动终端信息环境数据库的更新和校准,提高监测的准确度。

[0063] 在某些实施例中,该S1步骤,制定监控区域地图,结合移动终端信息,建立移动终端信息环境数据库的步骤,包括以下具体步骤:

[0064] S11、制定监控区域地图;

[0065] S12、建立移动终端无线标识信息和移动终端持有人的图像识别信息的匹配关系,形成匹配关系库;

[0066] S13、对具备匹配关系的移动终端持有人进行视频定位,获取移动终端持有人的位置以及移动终端的位置;

[0067] S14、采集移动终端的信号强度;

[0068] S15、根据移动终端的位置、移动终端信号强度以及移动终端的无线标识信息,形

成移动终端信息环境数据库。

[0069] 对于上述的S11步骤,具体是选定监控区域,再根据选定的区域制作监控区域矢量地图,根据具体场景和应用需求,该地图可以是二维或三维的;比如选定某个地铁站为监控区域,则根据该地铁站的位置、内部构造指定监控区域的矢量地图。

[0070] 对于上述的S12步骤,在监控区域内,视频监控覆盖范围内人口密度较小时(如夜间、非高峰期等),如一个视频监控覆盖范围内只有一个或少数几个个体(即移动终端持有人)时,可以相对容易地将通过视频监控识别出的移动终端持有人的图像识别信息,也便于与其持有的移动终端设备的无线标识信息一一对应起来。该匹配关系一旦被建立,即被存储到相应的数据库中,形成匹配关系库,具体可以通过机器学习方法例如最近邻分类、K近邻分类建立该匹配关系,当然,也可以通过基于贝叶斯概率分析的方法例如最大似然估计、最大后验估计、其中一种或多种结合算法及其改进算法建立该匹配关系,建立匹配关系是为了自动建立移动终端信息环境数据库以便于后续无线定位以及视频定位的过程中,察觉人口的流动性,也可以排除单个个体携带移动终端设备数量对人口密度及流动性的影响。

[0071] 另外,当匹配信息建立起来以后,在系统运行时可以持续添加最新识别出的匹配信息,并对陈旧的匹配信息进行删除,也就是对移动终端无线标识信息和移动终端持有人的图像识别信息的匹配关系维护及更新。另外,在该匹配关系库建立起来并已经存储大量匹配数据以后,可以更进一步在视频监控覆盖范围内人口密度较大时,也能够可靠地建立新的匹配关系并存储到移动终端信息环境数据库中。在人口密度大的时候建立新的匹配关系方法及原理与首次建立的一致,对陈旧的匹配信息进行删除通常会在两种情况下发生:一是匹配信息存储时间超过一定的时间限值,而且在相应的时间段中没有监测到相应的移动终端持有人及其持有的移动终端设备的出现;二是视频监控检测到移动终端持有人的出现,但在相应的时间和空间段内,无线设备没有检测到与其对应的移动终端设备。例如,移动终端持有人更换了移动终端设备。

[0072] 对于上述的S13步骤,当该持有人在视频监控设备的覆盖范围以内时,可以利用监控区域地图、视频监控设备在该地图中的坐标、视频监控设备的倾角等信息估计移动终端持有人的在地图中的坐标,具体是使用的基于图像的定位技术,包括基于图像检索的定位技术及其改进算法进行坐标的获取。对于该持有人在视频监控设备的覆盖范围以外的位置,可以利用其估计出的在视频监控设备覆盖范围以内的位置估计值,用卡尔曼滤波、粒子滤波的方法或其结合及改进算法进行估计,获取其当前的位置。对监控区域外以及监控区域内视频监测到的移动终端持有人的位置都进行获取,可以提高基准的准确度,从而提高后期定位的准确度。

[0073] 对于上述的S14步骤,具体是由无线设备(如WI-FI接入点设备、或蓝牙监测设备、蜂窝网基站)对在其覆盖范围的移动终端进行周期性地扫描以获取移动终端的响应,记录以下信息:移动终端响应被无线设备接收到的时间(即时间戳)、移动终端的无线标识信息、移动终端发射的信号到达无线设备(WI-FI接入点设备、蓝牙监测设备或蜂窝网基站)的信号强度,并存储到相应的数据库中。在整个位置确定的过程中,需要对获取的移动终端设备无线标识信息在匹配关系库中寻找有无相应的配对信息记录,以确保该移动终端已作为匹配,如果没有则将获取到的移动设备测量信息删除,如果找到,获取移动终端的位置。

[0074] 对于上述的S15步骤,随着系统的运行时间增长,越来越多的移动终端信息环境数

据会被收集到。当在同一位置或该位置的临近位置(如一米以内)收集到多个信号强度值时,可以更进一步建立起该位置无线信号强度的统计特征(如均值、方差、统计分布等)并存储到移动终端信息环境数据库中,以提高后期定位监测的准确度。作为优选,在系统运行初期,为了尽快建立移动终端信息环境数据库,可以采用个体携带已知无线标识信息的移动终端沿预先规划的路径在监控区域中行走以加速数据采集过程。另外,移动终端信息环境数据库随时间增长及周边环境的变化需要进行更新以保持所存数据的准确性。通常有两种办法进行更新,一种是将一定时间段以前所存储数据删除,另一种是将所存数据以指数加权的方法进行更新,具体地,以 Y_i 及 Y_{i-1} 分别代表 t_i 及 t_{i-1} 时刻的无线信号测量值,采用指数加权的办法用 $\alpha Y_i + (1-\alpha) Y_{i-1}$ 来代替 Y_i 。其中 α 为在0和1之间取值的加权系数,调整 α 的数值可以控制数据更新的速度,也可以用上述指数加权方法的改进算法并辅以贝叶斯概率分析的方法对数据进行更新,以保持移动终端信息环境数据库内数据的准确度。

[0075] 于其他实施例中,若在进行估算过程中,已建立了移动终端信息环境数据库,则无需再建立。

[0076] 更进一步地,在某些实施例中,上述的S2步骤,对移动终端进行无线定位,获取无线数据的步骤,包括以下具体步骤:

[0077] S21、扫描并获取移动终端的信号强度;

[0078] S22、根据移动终端信息环境数据库内信号强度以及扫描获取的信号强度,获取当前移动终端的实时坐标信息;

[0079] S23、统计移动终端的个数以及移动终端的实时坐标信息,获取监控区域内的移动终端个数、移动终端密度及空间分布情况;

[0080] S24、根据移动终端实时坐标及其随时间的变化、移动终端个数、移动终端密度及空间分布情况,获取移动终端持有人流动性特征,形成无线数据。

[0081] 对于上述的S21步骤以及S22步骤,具体是利用无线设备对移动终端进行无线定位,无线设备(Wi-Fi接入点设备、蓝牙监测设备或蜂窝网基站)对在其覆盖范围内的所有移动终端进行周期性地扫描以获取移动终端的响应,并获取以下信息:移动终端响应被无线设备接收到的时间(即时间戳)、移动终端的无线标识信息、移动终端发射的信号到达无线设备的信号强度;将当前移动终端的信号强度移动终端信息环境数据库中的信号强度进行对比,通过一定的算法获取当前移动终端的实时坐标信息,并进一步获取无线设备覆盖范围以内所有响应的移动终端的实时坐标信息。移动终端实时坐标信息的估计是基于机器学习的算法如最邻近算法、K加权邻近法,基于贝叶斯概率分析的算法如最大似然估计、最大后验估计等,或其中一种或多种的结合算法及其改进算法进行估计获取的,另外,这些算法也可以利用信号强度在不同位置的相对变化值,而不是信号强度在某一个固定位置的绝对值,来进行位置估计。

[0082] 移动终端相应功能如蜂窝网、蓝牙、Wi-Fi开启时,相应的无线设备如蜂窝网基站、蓝牙监测设备、WI-FI接入点设备即能够扫描并监测到移动终端的无线信号(蜂窝网信号、蓝牙信号、Wi-Fi信号),此过程并不需要移动终端主动接入到相关无线设备,Wi-Fi接入点设备也不需要为移动终端提供Wi-Fi上网服务。

[0083] 当在一段较短时间(该时间段可以用人口个体在监测区域内的平均滞留时间的经验估计来确定)内采集到多个来自相同移动终端的信号强度值时,可以用卡尔曼滤波、粒子

滤波的方法或其结合及改进算法对估计出的该移动终端位置进行连续估计以提高位置估计精度,并进一步估计出该移动终端携带者的实时移动速度、移动方向等流动性特征。

[0084] 对于上述的S23步骤,具体是通过统计在一段时间内响应的移动终端个数以及利用移动终端的位置,估计出在监控区域,或监测区域内一个或多个子区域,内的移动终端个数、移动终端密度及空间分布。

[0085] 对于上述的S24步骤,利用移动终端在监控区域相邻子区域内的个数、密度、分布及其随时间的变化,并辅以估计出的部分移动终端携带者的实时移动速度、移动方向等流动性特征,估计出所有移动终端携带者在监控区域所有子区域内的流动性特征,即在不同子区域之间的实时移动速度、移动方向。

[0086] 更进一步地,在某些实施例中,上述的S3步骤,对视频监控覆盖的监控区域进行人口定位,获取视频监控数据的步骤,包括以下具体步骤:

[0087] S31、根据视频监控设备在监控区域地图内的坐标以及视频监控设备的倾角,估算人口中单个个体在监控区域地图内的坐标;

[0088] S32、统计单个个体在监控区域地图内的坐标信息,获取视频监控覆盖的监控区域的人口个数、密度以及分布情况,形成视频监控数据。

[0089] 对于上述的S31步骤至S32步骤,利用视频监控设备对视频监控覆盖范围内的人口进行定位,并估计视频监控范围内的人口个数、密度、分布及流动性;具体地对于单个个体的坐标估算,使用了基于图像的定位技术包括使用背景差、帧差法或光流法等算法进行目标检测,获取人口中单个个体在监控区域地图内的坐标。在获取目标(即单个人)的点、线、轮廓、区域等单视觉特征后,进行特征匹配和多视角特征信息协作融合,基于单目视觉成像模型或多目视觉立体成像模型估计目标的位置,并采用卡尔曼滤波、粒子滤波等方法持续对目标定位和跟踪目标,获取单个个体的坐标,另外,利用基于人头特征的人数统计方法、基于SURF的人口计数方法、基于像素和纹理特征相结合的方法、基于向量图分析的迭代学习方法或者这些方法的改进算法也可以直接对视频监控设备覆盖区域内的人口个数及人口流动性进行估计,获取视频监控数据。

[0090] 更进一步地,在某些实施例中,上述的S4步骤,将无线数据、视频监控数据以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势的步骤,包括以下具体步骤:

[0091] S41、将时间划分为若干个互不重叠的且连续的时间段,并对时间段进行标号;

[0092] S42、获取视频监控数据内每个时间段内的人口个数以及无线数据内与视频监控数据相同时间及空间段内的移动终端个数;

[0093] S43、根据人口个数以及移动终端个数采用最小均方差,获取矫正系数;

[0094] S44、根据矫正系数以及移动终端个数,依次矫正人口个数;

[0095] S45、将矫正后的人口个数以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。

[0096] 对于上述的S4步骤,在某些实施例中,除了上述无线数据及视频监控数据,也有其他设备可以对人口进行测量,作为优选,这些信息也可以被包含在本系统中以提高本系统对人口密度、分布及流动趋势估计的精确度。例如在地铁站、收费公园等场所在入口处、出口处通常安装了智能交通卡刷卡器或门票刷卡器等设备。这些设施提供了监控区域中某些

地点较为准确的人口个数及流动性信息。这类信息也可以被包含在本系统中以提高对人口密度、分布及流动趋势估计的精确度。

[0097] 另外,根据监测区域的实际状况及现有设施进行调整与组合其他监测数据,例如在地铁站等场所通常已经有大量的视频监控设备并拥有智能交通卡的信息,在这种情况下可以仅利用Wi-Fi接入点设备(或蓝牙监测设备)、视频监控设备和智能交通卡信息,及相应的信号处理及估计模块和多数数据源信号融合模块进行人口密度、分布及流动性的估计,在广场、机场,购物中心等其他公共场所可以仅利用Wi-Fi接入点设备(或蓝牙监测设备、蜂窝网基站)、视频监控设备,及相应的信号处理及估计模块和多数数据源信号融合模块进行人口密度、分布及流动性的估计。

[0098] 单一通过无线设备测量得出的估算结果和通过视频监控得出的估算结果,都不能准确反应监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势,因为利用基于无线设备测量得出的估计受到人口个体可能没有携带移动终端、可能携带多个移动终端、不同的移动终端对无线设备的扫描响应速度不同,甚至有些移动终端会没有响应、不同移动终端发射信号强度不同等种种因素的制约;基于视频监控的估算结果受到视频监控覆盖范围小、信号容易被遮挡、运算量大、当多个监控头捕捉到同一个体的不同侧面时,准确识别难度大、光照等种种因素的制约。因此,需要将上述两个方式估算的结果进行融合以得到监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势的准确估计,以得到更为准确及全面的信息。

[0099] 对于上述的S41步骤以及S44步骤,将时间分为互不重叠的、连续的较小时间段(例如,每五分钟),用序号 $1, \dots, n, \dots$ 对这些时间段进行连续标号。用 X_i 来表示采用视频监控估算得到的在视频监控覆盖范围内(或覆盖范围内某一子区间内)在第 i 个时间段的人口个数(或密度),用 Y_i 来表示采用基于无线设备测量估算得出的在与 X_i 相同区域内的,在第 i 个时间段的移动终端个数(或密度),利用 X_i 与 Y_i 的数值,对无线设备测量的矫正系数可以用最小均方差估计的方法被估计得出:

$$[0100] \quad k = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i Y_i) - (\sum_{i=1}^n X_i) (\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2};$$

$$[0101] \quad b = \frac{(\sum_{i=1}^n X_i) (\sum_{i=1}^n Y_i^2) - (\sum_{i=1}^n Y_i) [\sum_{i=1}^n (X_i Y_i)]}{\sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2};$$

[0102] 得到以上系数 k 和 b 后,对于监控区域内(或其中任意一子区域,不管该子区域不在视频监控覆盖范围以内)的人口个数(或密度),可以用基于无线设备测量估算得出的该区域内的移动终端个数(或密度)进行矫正来得到,具体地,用 z 来表示在某个区域内的基于无线设备测量估算得出的移动终端个数(或密度), $kz+b$ 即为在同一区域内的人口个数(或密度)的估算。当 X_i 是无偏估计时, $kz+b$ 也是无偏估计。当 X_i 是有偏估计时,对参数 b 做相应的矫正以包含该系统估计偏差的影响也可以使 $kz+b$ 成为无偏估计。另外,对以上最小均方差估计略作修正,可以得到其他的估计形式,如递归最小均方误差估计让系数 k 和 b 随时间变化以更好反应不同时间段人口携带移动终端的情况。利用贝叶斯估计或其改进算法也可以得到其他的估计形式,如以最小方差、最小绝对值误差、归一化最小二乘误差、最小熵等作为目标设计出的估计方法。

[0103] 将无线数据和视频监控数据的融合,能够最大限度地将无线设备覆盖面积大、需

要运算和数据处理量小、但准确度较低和视频监控准确度高但较难实现全面覆盖及数据处理量大的优缺点紧密结合起来,扬长避短以实现监控区域内人口的准确监控。

[0104] 更进一步地,在某些实施例中,上述的S45步骤,将矫正后的人口个数以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势的步骤,具体采用基于贝叶斯估计的原理,采用最小方差、最小绝对值误差、归一化最小二乘误差、最小熵作为目标获取监控区域内其他设备的监测数据的估计参数,将其他设备的监测数据的估计参数与矫正系数融合,形成估算参数,对矫正后的人口个数进行重新估算,获取监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。

[0105] 上述的监控区域可以为任意区域,例如商场、购物中心、广场、机场及车站。在实际应用中,监控区域可能存在池塘、草坪、建筑、雕像等人口不太可能聚集的无效区域。在计算人口面积时,需要将监控区域中的无效区域去除,只保留有效区域的面积。

[0106] 在本实施例中,无线设备可以为Wi-Fi、蓝牙、蜂窝网中的任意一种或几种。

[0107] 在本实施例中,蜂窝网连接方式可以为GSM(Global System for Mobile Communications,全球移动通讯系统)、WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access,宽带码多分址)、CDMA2000(Code Division Multiple Access码多分址)、TDS-CDMA(Time Division Synchronous Code Division Multiple Access,时分同步码多分址)、LTE(Long Term Evolution,长期进化技术)中的任意一种。

[0108] 在本实施例中,移动设备的无线标识信息可以为MAC(media access control)、IMEI(International Mobile Equipment Identity,移动设备国际标识码)、MEID(Mobile Equipment Identifier,移动设备标识码)、UDID(Unique Device Identifier,唯一设备标识符)、ISMI(International Mobile Subscriber Identity,国际移动用户识别码)、ICCID(Integrated Circuit Card Identity,集成电路卡识别码)中的任意一种或几种。

[0109] 在本实施例中,移动终端可以为手机、平板电脑、PDA(Personal Digital Assistant,个人数码助理)、具有无线通讯功能的智能可穿戴设备、其他便于随时携带的具有无线通讯功能的设备中的任意一种。

[0110] 本实施例提供的基于多数据融合的人口密度及流动性的方法,能够最大限度地无线设备覆盖面积大、需要运算和数据处理量小、但准确度较低和视频监控准确度高但较难实现全面覆盖及数据处理量大的优缺点紧密结合起来,扬长避短以实现监控区域内人口的准确监控并降低成本;利用估计出的移动终端在监控区域相邻子区域内的个数、密度、分布及其随时间的变化,并辅以估计出的部分移动终端携带者的实时移动速度、移动方向等流动性特征,估计出所有移动终端携带者在监控区域所有子区域内的流动性特征;利用数据融合的方法利用视频信息对上述移动终端的个数、密度、分布及流动性进行校正以获取监控区域内人口端的个数、密度、分布及流动性的估计;能够针对监测区域的实际状况及现有设施,最大程度地利用所有已知的测量信息,例如智能公交卡信息,门票信息等,提高估计的精度。

[0111] 上述的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算方法,通过设置移动终端信息环境数据库,采用无线定位以及视频定位方式,结合移动终端信息环境数据库,获取无线数据以及视频监控数据,配合监控区域内其他设备所监测到的数据,将三方面数据进行融合,能够最大限度的利用现有设施进行人口流动性估计,估算精确高,误差小,适用范围广。

[0112] 如图4所示,本实施例还提供了基于多数据融合的人口密度及流动性的估算系统,其包括数据库建立单元1、无线定位单元2、视频定位单元3以及估算单元4。数据库建立单元1,用于制定监控区域地图,结合移动终端信息,建立移动终端信息环境数据库。无线定位单元2,用于对移动终端进行无线定位,获取无线数据。视频定位单元3,用于对视频监控覆盖的监控区域进行人口定位,获取视频监控数据。估算单元4,用于将无线数据、视频监控数据以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。

[0113] 在某些实施例中,上述的数据库建立单元1包括地图制定模块、匹配模块、位置获取模块、信号强度采集模块以及建立模块。

[0114] 地图制定模块,用于制定监控区域地图。具体是选定监控区域,再根据选定的区域制作监控区域矢量地图,根据具体场景和应用需求,该地图可以是二维或三维的;比如选定某个地铁站为监控区域,则根据该地铁站的位置、内部构造指定监控区域的矢量地图。

[0115] 匹配模块,用于建立移动终端无线标识信息和移动终端持有人的图像识别信息的匹配关系,形成匹配关系库。在监控区域内,视频监控覆盖范围内人口密度较小时(如夜间、非高峰期等),如一个视频监控覆盖范围内只有一个或少数几个个体(即移动终端持有人)时,可以相对容易地将通过视频监控识别出的移动终端持有人的图像识别信息,也便于与其持有的移动终端设备的无线标识信息一一对应起来。该匹配关系一旦被建立,即被存储到相应的数据库中,形成匹配关系库,具体可以通过机器学习方法例如最近邻分类、K近邻分类建立该匹配关系,当然,也可以通过基于贝叶斯概率分析的方法例如最大似然估计、最大后验估计、其中一种或多种结合算法及其改进算法建立该匹配关系,建立匹配关系是为了便于后续无线定位以及视频定位的过程中,察觉人口的流动性,也可以排除单个个体携带移动终端设备数量对人口密度及流动性的影响。

[0116] 另外,当匹配信息建立起来以后,在系统运行时可以持续添加最新识别出的匹配信息,并对陈旧的匹配信息进行删除,也就是对移动终端无线标识信息和移动终端持有人的图像识别信息的匹配关系维护及更新。另外,在该匹配关系库建立起来并已经存储大量匹配数据以后,可以更近一步在视频监控覆盖范围内人口密度较大时,也能够可靠地建立新的匹配关系并存储到移动终端信息环境数据库中。在人口密度大的时候建立新的匹配关系方法及原理与首次建立的一致,对陈旧的匹配信息进行删除通常会在两种情况下发生:一是匹配信息存储时间超过一定的时间限值,而且在相应的时间段中没有监测到相应的移动终端持有人及其持有的移动终端设备的出现;二是视频监控检测到移动终端持有人的出现,但在相应的时间和空间段内,无线设备没有检测到与其对应的移动终端设备。例如,移动终端持有人更换了移动终端设备。

[0117] 位置获取模块,用于对具备匹配关系的移动终端持有人进行视频定位,获取移动终端持有人的位置以及移动终端的位置。当该持有人在视频监控设备的覆盖范围以内时,可以利用监控区域地图、视频监控设备在该地图中的坐标、视频监控设备的倾角等信息估计移动终端持有人的在地图中的坐标,具体是使用的基于图像的定位技术,包括基于图像检索的定位技术及其改进算法进行坐标的获取。对于该持有人在视频监控设备的覆盖范围以外的位置,可以利用其估计出的在视频监控设备覆盖范围以内的位置估计值,用卡尔曼滤波、粒子滤波的方法或其结合及改进算法进行估计,获取其当前的位置。对监控区域外以

及监控区域内视频监控到的移动终端持有人的位置都进行获取,可以提高基准的准确度,从而提高后期定位的准确度。

[0118] 信号强度采集模块,用于采集移动终端的信号强度。具体是由无线设备(如WI-FI接入点设备、或蓝牙监测设备、蜂窝网基站)对在其覆盖范围的移动终端进行周期性地扫描以获取移动终端的响应,记录以下信息:移动终端响应被无线设备接收到的时间(即时间戳)、移动终端的无线标识信息、移动终端发射的信号到达无线设备(WI-FI接入点设备、蓝牙监测设备或蜂窝网基站)的信号强度,并存储到相应的数据库中。在整个位置确定的过程中,需要对获取的移动终端设备无线标识信息在匹配关系库中寻找有无相应的配对信息记录,以确保该移动终端已作为匹配,如果没有则将获取到的移动设备测量信息删除,如果找到,获取移动终端的位置。

[0119] 建立模块,用于根据移动终端的位置、移动终端信号强度以及移动终端的无线标识信息,形成移动终端信息环境数据库。随着系统的运行时间增长,越来越多的移动终端信息环境数据会被收集到。当在同一位置或该位置的临近位置(如一米以内)收集到多个信号强度值时,可以更进一步建立起该位置无线信号强度的统计特征(如均值、方差、统计分布等)并存储到移动终端信息环境数据库中,以提高后期定位监测的准确度。作为优选,在系统运行初期,为了尽快建立移动终端信息环境数据库,可以采用个体携带已知无线标识信息的移动终端沿预先规划的路径在监控区域中行走以加速数据采集过程。另外,移动终端信息环境数据库随时间增长及周边环境的变化需要进行更新以保持所存数据的准确性。通常有两种办法进行更新,一种是将一定时间段以前所存数据删除,另一种是将所存数据以指数加权的方法进行更新,具体地,以 Y_i 及 Y_{i-1} 分别代表 t_i 及 t_{i-1} 时刻的无线信号测量值,采用指数加权的办法用 $\alpha Y_i + (1-\alpha) Y_{i-1}$ 来代替 Y_i 。其中 α 为在0和1之间取值的加权系数,调整 α 的数值可以控制数据更新的速度,也可以用上述指数加权方法的改进算法并辅以贝叶斯概率分析的方法对数据进行更新,以保持移动终端信息环境数据库内数据的准确度。

[0120] 更进一步地,在某些实施例中,上述的无线定位单元2包括扫描模块、坐标信息获取模块、统计模块以及流动性特征获取模块。扫描模块,用于扫描并获取移动终端的信号强度。坐标信息获取模块,用于根据移动终端信息环境数据库内信号强度以及扫描获取的信号强度,获取当前移动终端的实时坐标信息。统计模块,用于统计移动终端的个数以及移动终端的实时坐标信息,获取监控区域内的移动终端个数、移动终端密度及空间分布情况。流动性特征获取模块,用于根据移动终端实时坐标信息及其随时间的变化、移动终端个数、移动终端密度及空间分布情况,获取移动终端持有人流动性特征,形成无线数据。

[0121] 对于扫描模块以及坐标信息获取模块,利用无线设备对移动终端进行无线定位,无线设备(Wi-Fi接入点设备、蓝牙监测设备或蜂窝网基站)对在其覆盖范围内的所有移动终端进行周期性地扫描以获取移动终端的响应,并获取以下信息:移动终端响应被无线设备接收到的时间(即时间戳)、移动终端的无线标识信息、移动终端发射的信号到达无线设备的信号强度;将当前移动终端的信号强度移动终端信息环境数据库中的信号强度进行对比,通过一定的算法获取当前移动终端的实时坐标信息,并进一步获取无线设备覆盖范围以内所有响应的移动终端的实时坐标信息。移动终端实时坐标信息的估计是基于机器学习的算法如最邻近算法、K加权邻近法,基于贝叶斯概率分析的算法如最大似然估计、最大后验估计等,或其中一种或多种的结合算法及其改进算法进行估计获取的,另外,这些算法也

可以利用信号强度在不同位置的相对变化值,而不是信号强度在某一个固定位置的绝对值,来进行位置估计。

[0122] 移动终端相应功能如蜂窝网、蓝牙、Wi-Fi开启时,相应的无线设备如蜂窝网基站、蓝牙监测设备、WI-FI接入点设备即能够扫描并监测到移动终端的无线信号(蜂窝网信号、蓝牙信号、Wi-Fi信号),此过程并不需要移动终端主动接入到相关无线设备,Wi-Fi接入点设备也不需要为移动终端提供Wi-Fi上网服务。

[0123] 当在一段较短时间(该时间段可以用人口个体在监测区域内的平均滞留时间的经验估计来确定)内采集到多个来自相同移动终端的信号强度值时,可以用卡尔曼滤波、粒子滤波的方法或其结合及改进算法对估计出的该移动终端位置进行连续估计以提高位置估计精度,并进一步估计出该移动终端携带者的实时移动速度、移动方向等流动性特征。

[0124] 对于上述的统计模块,具体是通过统计在一段时间内响应的移动终端个数以及利用移动终端的位置,估计出在监控区域,或监测区域内一个或多个子区域,内的移动终端个数、移动终端密度及空间分布。

[0125] 对于上述流动性特征获取模块,利用移动终端在监控区域相邻子区域内的个数、密度、分布及其随时间的变化,并辅以估计出的部分移动终端携带者的实时移动速度、移动方向等流动性特征,估计出所有移动终端携带者在监控区域所有子区域内的流动性特征,即在不同子区域之间的实时移动速度、移动方向。

[0126] 另外,在某些实施例中,上述的视频定位单元3包括单个坐标估算模块以及视频监控数据形成模块。单个坐标估算模块,用于根据视频监控设备在监控区域地图内的坐标以及视频监控设备的倾角,估算人口中单个个体在监控区域地图内的坐标。视频监控数据形成模块,用于统计单个个体在监控区域地图内的坐标信息,获取视频监控覆盖的监控区域的人口个数、密度以及分布情况,形成视频监控数据。

[0127] 利用视频监控设备对视频监控覆盖范围内的人口进行定位,并估计视频监控范围内的人口个数、密度、分布及流动性;具体地对于单个个体的坐标估算,使用了基于图像的定位技术包括使用背景差、帧差法或光流法等算法进行目标检测,获取人口中单个个体在监控区域地图内的坐标。在获取目标(即单个人)的点、线、轮廓、区域等单视觉特征后,进行特征匹配和多视角特征信息协作融合,基于单目视觉成像模型或多目视觉立体成像模型估计目标的位置,并采用卡尔曼滤波、粒子滤波等方法持续对目标定位和跟踪目标,获取单个个体的坐标,另外,利用基于人头特征的人数统计方法、基于SURF的人口计数方法、基于像素和纹理特征相结合的方法、基于向量图分析的迭代学习方法或者这些方法的改进算法也可以直接对视频监控设备覆盖区域内的人口个数及人口流动性进行估计,获取视频监控数据。

[0128] 另外,在某些实施例中,上述的估算单元4包括时间划分模块、个数获取模块、系数获取模块、矫正模块以及融合模块。时间划分模块,用于将时间划分为若干个互不重叠的且连续的时间段,并对时间段进行标号。个数获取模块,用于获取视频监控数据内每个时间段内的人口个数以及无线数据内与视频监控数据相同时间及空间段内的移动终端个数。系数获取模块,用于根据人口个数以及移动终端个数采用最小均方差,获取矫正系数。矫正模块,用于根据矫正系数以及移动终端个数,依次矫正人口个数。融合模块,用于将矫正后的人口个数以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密

度、分布及流动趋势。

[0129] 在某些实施例中,除了上述无线数据及视频监控数据,也有其他设备可以对人口进行测量,作为优选,这些信息也可以被包含在本系统中以提高本系统对人口密度、分布及流动趋势估计的精确度。例如在地铁站、收费公园等场所在入口处、出口处通常安装了智能交通卡刷卡器或门票刷卡器等设备。这些设施提供了监控区域中某些地点较为准确的人口个数及流动性信息。这类信息也可以被包含在本系统中以提高对人口密度、分布及流动趋势估计的精确度。

[0130] 另外,根据监测区域的实际状况及现有设施进行调整与组合其他监测数据,例如在地铁站等场所通常已经有大量的视频监控设备并拥有智能交通卡的信息,在这种情况下可以仅利用Wi-Fi接入点设备(或蓝牙监测设备)、视频监控设备和智能交通卡信息,及相应的信号处理及估计模块和多数据源信号融合模块进行人口密度、分布及流动性的估计,在广场、机场,购物中心等其他公共场所可以仅利用Wi-Fi接入点设备(或蓝牙监测设备、蜂窝网基站)、视频监控设备,及相应的信号处理及估计模块和多数据源信号融合模块进行人口密度、分布及流动性的估计。

[0131] 单一通过无线设备测量得出的估算结果和通过视频监控得出的估算结果,都不能准确反应监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势,因为利用基于无线设备测量得出的估计受到人口个体可能没有携带移动终端、可能携带多个移动终端、不同的移动终端对无线设备的扫描响应速度不同,甚至有些移动终端会没有响应、不同移动终端发射信号强度不同等种种因素的制约;基于视频监控的估算结果受到视频监控覆盖范围小、信号容易被遮挡、运算量大、当多个监控头捕捉到同一个体的不同侧面时,准确识别难度大、光照等种种因素的制约。因此,需要将上述两个方式估算的结果进行融合以得到监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势的准确估计,以得到更为准确及全面的信息。

[0132] 将时间分为互不重叠的、连续的较小时间段(例如,每五分钟),用序号 $1, \dots, n, \dots$ 对这些时间段进行连续标号。用 X_i 来表示采用视频监控估算得到的在视频监控覆盖范围内(或覆盖范围内某一子区间内)在第 i 个时间段的人口个数(或密度),用 Y_i 来表示采用基于无线设备测量估算得出的在与 X_i 相同区域内的,在第 i 个时间段的移动终端个数(或密度),利用 X_i 与 Y_i 的数值,对无线设备测量的矫正系数可以用最小均方差估计的方法被估计得出:

[0133]

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i Y_i) - (\sum_{i=1}^n X_i) (\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}; \quad b = \frac{(\sum_{i=1}^n X_i) (\sum_{i=1}^n Y_i^2) - (\sum_{i=1}^n Y_i) [\sum_{i=1}^n (X_i Y_i)]}{\sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2};$$

[0134] 得到以上系数 k 和 b 后,对于监控区域内(或其中任意一子区域,不管该子区域在不在视频监控覆盖范围以内)的人口个数(或密度),可以用基于无线设备测量估算得出的该区域内的移动终端个数(或密度)进行矫正来得到,具体地,用 z 来表示在某个区域内的基于无线设备测量估算得出的移动终端个数(或密度), $kz+b$ 即为在同一区域内的人口个数(或密度)的估算。当 X_i 是无偏估计时, $kz+b$ 也是无偏估计。当 X_i 是有偏估计时,对参数 b 做相应的矫正以包含该系统估计偏差的影响也可以使 $kz+b$ 成为无偏估计。另外,对以上最小均方差估计略作修正,可以得到其他的估计形式,如递归最小均方误差估计让系数 k 和 b 随时间变化以更好反应不同时间段人口携带移动终端的情况。利用贝叶斯估计或其改进算法也可以

得到其他的估计形式,如以最小方差、最小绝对值误差、归一化最小二乘误差、最小熵等作为目标设计出的估计方法。

[0135] 将无线数据和视频监控数据的融合,能够最大限度地将无线设备覆盖面积大、需要运算和数据处理量小、但准确度较低和视频监控准确度高但较难实现全面覆盖及数据处理量大的优缺点紧密结合起来,扬长避短以实现监控区域内人口的准确监控。

[0136] 更进一步地,在某些实施例中,上述的融合模块,将矫正后的人口个数以及监控区域内其他设备的监测数据进行融合,估算监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势的步骤,具体采用基于贝叶斯估计的原理,采用最小方差、最小绝对值误差、归一化最小二乘误差、最小熵作为目标获取监控区域内其他设备的监测数据的估计参数,将其他设备的监测数据的估计参数与矫正系数融合,形成估算参数,对矫正后的人口个数进行重新估算,获取监控区域内的人口个数、密度、分布及流动趋势。

[0137] 基于多数据融合的人口密度及流动性的系统,能够最大限度地将无线设备覆盖面积大、需要运算和数据处理量小、但准确度较低和视频监控准确度高但较难实现全面覆盖及数据处理量大的优缺点紧密结合起来,扬长避短以实现监控区域内人口的准确监控并降低成本;利用估计出的移动终端在监控区域相邻子区域内的个数、密度、分布及其随时间的变化,并辅以估计出的部分移动终端携带者的实时移动速度、移动方向等流动性特征,估计出所有移动终端携带者在监控区域所有子区域内的流动性特征;利用数据融合的方法利用视频信息对上述移动终端的个数、密度、分布及流动性进行校正以获取监控区域内人口端的个数、密度、分布及流动性的估计;能够针对监测区域的实际状况及现有设施,最大程度地利用所有已知的测量信息,例如智能公交卡信息,门票信息等,提高估计的精度。

[0138] 上述的基于多数据融合的人口密度及流动性的估算系统,通过设置移动终端信息环境数据库,采用无线定位以及视频定位方式,结合移动终端信息环境数据库,获取无线数据以及视频监控数据,配合监控区域内其他设备所监测到的数据,将三方面数据进行融合,能够最大限度的利用现有设施进行人口流动性估计,估算精确高,误差小,适用范围广。

[0139] 上述仅以实施例来进一步说明本发明的技术内容,以便于读者更容易理解,但不代表本发明的实施方式仅限于此,任何依本发明所做的技术延伸或再创造,均受本发明的保护。本发明的保护范围以权利要求书为准。

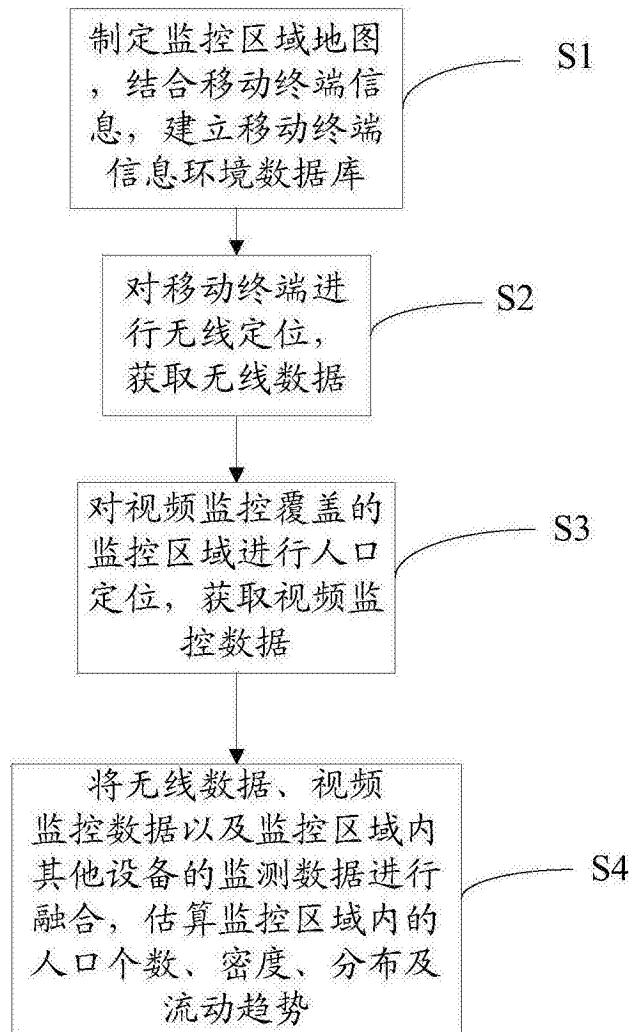


图1

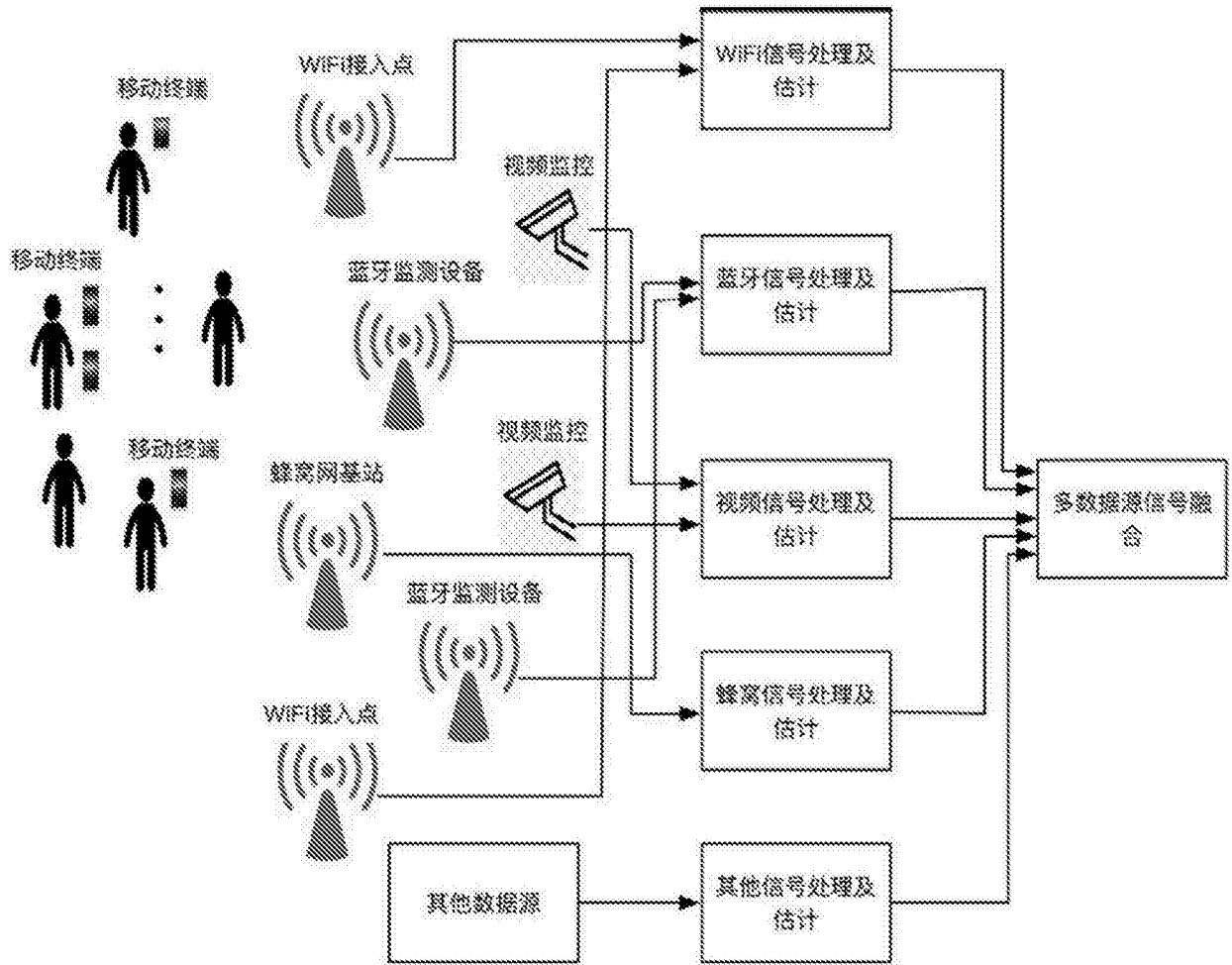


图2

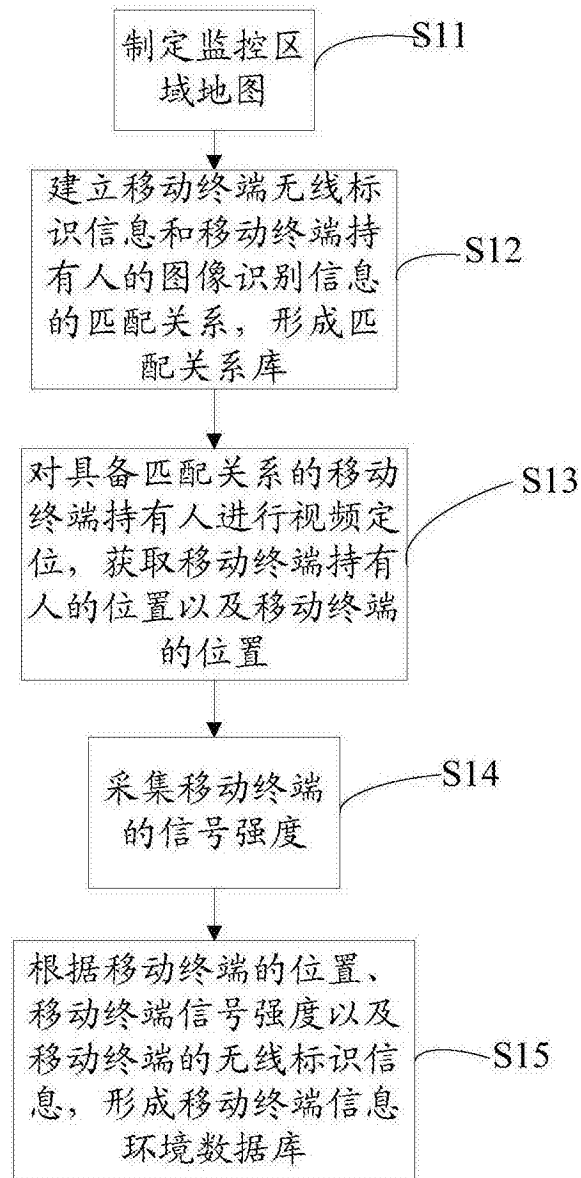


图3

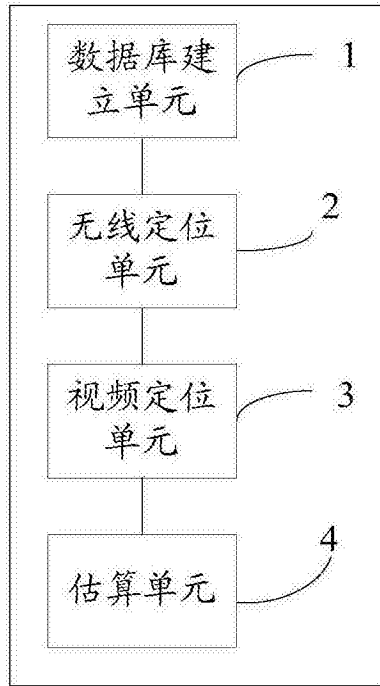


图4