

基于无线传感网的移动式目标跟踪研究

牛思杰 汪志锋 徐 洁

上海第二工业大学智能制造与控制工程学院 上海 201209

摘 要: 在当前信息化智能化的时代背景下, 无线传感网的出现给人们日常的生产生活带来了诸多便利, 本文从无线传感网结构出发介绍了在无线传感网中目标跟踪的相关特点, 详细阐述了以定位为主要方面的移动式目标跟踪的研究概况, 并分析了跟踪中遇到的问题和挑战, 在此基础上得出了移动式目标跟踪的分类及其研究方法, 总结出在无线传感网中移动节点的加入将为目标跟踪提供新的解决方法, 指出其未来的发展方向。

关键词: 无线传感器网络; 移动节点; 目标跟踪; 目标定位; 物联网; 网络能耗

Research on mobile object tracking Based on wireless sensor network

SijieNiu ZhifengWang JieXu

School of Intelligent Manufacturing and Control Engineering, Shanghai Second Industrial University Shanghai 201209

Abstract: in the current background of the era of intelligent information, the emergence of wireless sensor network brought many convenience to the daily production and life, this paper introduces the characteristics of the target tracking in the wireless sensor network, elaborated the positioning as the main aspects of mobile target tracking research overview, and analyzes the problems and challenges in the tracking, on the basis of the mobile target tracking classification and research methods, summarizes the mobile node in the wireless sensor network will provide new solutions for target tracking, points out its future development direction.

Keywords: wireless sensor network; mobile node; target tracking; target positioning; Internet of things; network energy consumption

引言

传感器节点由无线电收发器, 微控制器, 电源, 以及许多种类的传感器组成, 他们用于在特定的监控范围内设置具有检测, 计算和通信能力的传感器节点。该网络由多个节点组成, 它们以同构的形式收集并处理被监测对象, 再通过无线通信技术把它们联系在一起, 形成一个网络化的系统。无线传感器网络可以有效地将实体世界与虚拟的信息世界连接起来, 因此, 它能够物理对象和逻辑元件进行互联^[1]。美国《商业周刊》将无线传感网列为世界四大高科技行业之一; 并有一些相关的评论认为未来重塑世界的技术之一会是无线传感网^[2]。在二十一世纪时, 无线传感网的研究技术取得了新的进展, 在军事领域^[3]、环境领域、医疗方面^[4]和智慧城市^[5]等都有其涉足。近些年。由于图像处理, 人工智能等领域的兴起, 无线传感网也渐渐被应用到目标跟踪方面^[6]。不同于一般的环境监控应用, 在目标跟踪中, 跟踪的对象是运动的, 当一个目标进入监控范围后, 该网络中所有的传感器节点都会由睡眠变为活动, 并且不断地对该目标进行检测, 从而获取该目标的信息。在物体运动过程中, 为了避免物体丢失, 节点必须对物体进行追踪, 并在物体运动过程中使一些节点继续工作。传感器节点一般采用电池作为能源, 安装后难以替换和补充, 因此当其能量消耗殆尽时, 就会出现“死

亡”现象。随着死亡节点数量的增加, 监控范围将会产生一个盲区, 目标移动到盲区, 网络无法进行有效的监测。所以研究的重点在于如何尽可能地减少跟踪过程中能量的损失。与此同时, 为了增强网络的鲁棒性, 在监控区域中经常需要部署大量的静态传感器节点。随着信息化和智能化的发展, 越来越多的领域用到了移动传感器。移动传感器对环境有更强的适应能力。在目标跟踪领域, 在目标对象进入监控范围时, 移动节点能够利用自身的可移动性, 将自身移到监控范围以内, 这样就能获得更多的信息, 提升监控质量。因此, 本文详细介绍了在无线传感网中目标的移动式定位跟踪研究, 并总结出定位的分类和方法, 为之后的研究提供思路。

一、无线传感器网络简介

1. 无线传感网主要框架

基于之前的研究可得, 无线传感器网(WSN)的架构主要由三个部分组成: 第一是网络结构, 第二是软件环境, 最后是硬件环境。传感器节点、管理节点和汇聚节点一起组成了无线传感网的网络结构, 节点与外界的通信环节由卫星和互联网组成。软件环境主要是指移植到硬件设备中的系统。硬件环境主要包括一些硬件设备, 例如供电的设备(能够为节点提供能量), 数模转换器(用于数模信号转换), 各类传感器, 存储(设备存储各种采集到的数据并交换数据信息和

控制模块)等。

2.无线传感网特点

(1) 规模大

无线传感器网络由数以万计的节点组成, 这些节点或分布在一个大范围内, 或分布在一个小范围内。同时, 在大规模的传感器网络中, 存在大量的冗余节点, 更加突出了传感器网络的规模之大。

(2) 自组织

无线传感器网络中的节点通常不具有固定的基本结构, 也不具有预定的定位, 往往呈现出随机的特征, 在实际操作过程中, 为了能够对网络进行合理的管理, 无线传感网会发挥它自行组织的功能。

(3) 动态

无线传感器网络是一个动态网络。基于拓扑, 传感器、观察器和感测对象可以移动。基于动态, 无线传感器网络也被重新配置以确保传感器正常运行。

(4) 可靠

无线传感器网络在运行的时候肯定会发生无法预料的损坏。为了防止节点损坏, 无线网络软硬件必须采用更强的保护功能, 表现出更高的容错能力, 提高可靠性。

(5) 关注数据

在搜索和使用某些互联网资源时, 网络设备的地址标识必须明确, 而地址信息就是无线传感网的核心, 代表了它的位置。

二、移动目标位置跟踪概述

1.方法概述

传统的目标跟踪通常由三部分组成: 感知、定位和通信。在监控范围内, 节点必须具备了解周围环境的能力, 感知能力的强弱将直接影响节点的分配, 进而影响节点对数据信息的有效获取。感知得到的信息可以作为目标精确定位的“原材料”。定位方法需要提取多个节点感知数据的有效部分, 并使用相关算法获取目标的当前位置。基本上, 通信方式决定了数据传输的方式和网络的组织结构, 如扁平网络或分层网络。

运动目标跟踪技术是在传统目标跟踪技术的基础上发展起来的一种新型运动目标跟踪技术, 其独特之处在于: 由于引入了可移动的节点, 网络性能得到了改善。而移动的目标定位跟踪方法, 目标位置跟踪方法在目标跟踪过程中精确

移动, 对目标的物理或逻辑位置进行连续的定位, 从而提升了目标跟踪的效率和质量。

2.当前的问题和挑战

在当前环境下, 移动定位和跟踪目标的问题和问题是:

- (1) 如何更好地安排移动节点来对目标对象进行有效跟踪。
- (2) 怎样对目标进行精确定位。一个移动的节点可以以一种与一个固定的节点一样的方式来定位一个对象, 但它的位置会对该节点的运动产生影响, 比如, 一个包含了对象预测的方法会使该节点运动到一个预测的位置。
- (3) 如何选择合适的网络结构。

三、移动式目标定位跟踪分类

针对移动目标位置与跟踪问题, 提出了一种基于移动节点比例与移动自主性的移动定位与跟踪方法。根据每一种追踪方法的特点, 有许多分类方法, 这些分类方法将在下面进行介绍。

1.占比方面

根据移动节点在网络中的比例, 可分为完全移动和部分移动两种类型。全移动方式是指组成网络的节点都是蜂窝节点, 这样的网络称为蜂窝传感器网络, 叫做 MSN。部分移动方式是指组成网络的节点包括移动节点和固定节点, 这种网络称为混合传感器网络, 也叫做 HSN。

2.感知模型方面

按网络中节点感知模型, 可以分为三种类型, 0-1 模型、衰减模型和距离模型。在 0-1 模型中, 一个节点经常用 1 比特来代表一个目标是否被觉察。该算法使目标在一个节点的感应范围之内就能感应到, 而在另一个节点的感应范围之外则不能感应到。在此基础上, 提出了一种更符合实际情况的衰减模型。距离模型考虑的是两个结点和两个结点之间的距离, 并假定两个结点的视距很大, 该模型也适用于一些特殊情况, 例如将无人驾驶飞机用作移动节点。

3.运动的自主性

在节点运动的自主性方面, 可分为中央规划和自主移动两种。在中央规划这一方法中, 移动节点通过总中心进行调度。自主移动方法也叫做分布式方法, 节点首先处理收集到的数据, 然后再自行决定如何进一步移动以及向哪个方向移动。

4.网络结构

由于不同无线传感网的网络结构是有差异的, 可分为平

面型和分层型 2 种。平面型是指各节点之间的位置是均等的, 没有特定的数据采集点和指令发送点。而分层式的方式, 则是将节点划分为不同的层级, 上层节点通常会向下层节点发送唤醒、调度等命令。

5. 跟踪的目标的数量

按照需要跟踪的对象个数, 可以将其划分为单目标和多目标两种。单目标法仅对一个目标进行跟踪, 虽然实施起来比较容易, 但是在实际应用中并不适用。而多目标跟踪则涉及到多个目标的同步跟踪问题。

四、移动式目标定位跟踪方法

在目标跟踪中, 确定目标位置是一个关键的环节。目标定位是在目标被发现后, 利用计算机对其进行实时定位。对物体进行跟踪时, 可以将其看成是一个连续的定位过程。按照先前的研究根据位置表示方式的不同分为物理位置和逻辑位置两种类型。

在物理定位方法中, 物体的位置是用特定的物理坐标表示的, 如直角坐标、极坐标、GPS 坐标等。在确定目标位置之前, 网络中的一些节点首先明确自己的位置, 这些节点称为锚节点。检测到目标后, 利用其他锚节点之间的几何位置关系建立关系, 得到目标的物理位置。当一个锚节点接收到一个目标时, 它会与其他锚节点协作, 通过几何位置通信获取目标的物理位置。在移动目标定位和跟踪过程中, 由于需要跟踪目标, 移动节点通常也充当锚节点。为了更好地跟踪目标, 一些方法预测了目标的运动轨迹, 为了实现对物体的有效跟踪, 预测物体运动轨迹的方法有很多种。移动节点根据预测信息提前移动到目标的预测位置, 使得后续对目标的定位和跟踪更加高效。

与物理定位方法相比, 逻辑的定位方法是一种将目标位置表示为一个范围的方法, 或者用范围内的一些位置元素代替这个目标位置。目前, 有几种方法可以根据对象的逻辑位置来跟踪对象。结果表明, 移动节点能够根据自己的位置进行自适应调整, 从而对目标进行精确定位, 具有独特的优越性。

五、未来研究方向

用一种逻辑定位来表示目标的位置。当前, 在移动目标定位与跟踪方面, 大多使用物理坐标来描述目标的位置。事实上, 只要明确目标的大致位置, 就可以进行追踪。所以, 逻辑坐标法在今后的研究中可以更多地使用。此外, 使用逻辑坐标法还可以减少对目标位置精度的需求, 同时也减少了对节点硬件的需求, 减少了能量消耗。

六、总结

传统的无线传感网都是由固定节点构成的, 而移动节点的优点就是可以随意改变自己的位置。因此, 移动节点的加入可以为目标跟踪应用提供新的解决方法。本文在研究了目标的移动式定位跟踪方法后, 探讨了未来可能的研究方向, 本文的分析和讨论对进一步研究具有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 郝丽萍. 传感网关键技术及其应用场景分析[J]. 信息与电脑(理论版), 2021, 33(3): 38 - 40.
- [2] 彭臻, 王田, 王文华, 等. 传感网中目标的移动式定位跟踪研究综述[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2017, 48(3): 701 - 711.
- [3] Wireless Algorithms, Systems, and Applications: 10th International Conference, WASA 2015, Qufu, China, August 10-12, 2015, Proceedings[M]. K. Xu, H. Zhu. Cham: Springer International Publishing, 2015, 9204.
- [4] Liu X, Cao J, Tang S, 等. A generalized coverage-preserving scheduling in WSNs: A case study in structural health monitoring[A]. IEEE INFOCOM 2014 - IEEE Conference on Computer Communications[C]. 2014: 718 - 726.
- [5] Zhang D, Huang J, Li Y, 等. Exploring human mobility with multi-source data at extremely large metropolitan scales[A]. Proceedings of the 20th annual international conference on Mobile computing and networking[C]. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2014: 201 - 212.
- [6] Wang T, Peng Z, Liang J, 等. Following Targets for Mobile Tracking in Wireless Sensor Networks[J]. ACM Transactions on Sensor Networks, 2016, 12(4): 31:1-31:24.