

智能轮椅导航定位研究现状及趋势

董晓倩, 黄素平

(广东农工商职业技术学院, 广东 广州 510507)

【摘要】智能轮椅是一种帮助行动不便人群的服务机器人。将机器人技术应用于电动轮椅,融合多种领域的研究,包括机器人视觉、机器人导航和定位、模式识别、多传感器融合及用户接口等。其中轮椅如何获取周围环境信息,实现精确定位和安全导航,是智能轮椅需要解决的中心问题,也是实现轮椅自主移动的重要环节之一。

【关键词】智能轮椅;安全导航;定位;路径规划

【中图分类号】TN967.1

【文献标识码】A

【文章编号】1007-7723(2005)08-0155-02

一、前言

目前,世界人口老龄化的进程不断加快,今后50年内,60岁以上人口的比例预计将会翻番,同时由于各种灾难和疾病造成的残障人士也在逐年增加。为老年人和残障人士提供性能优越的代步工具,让他们能够参加到健全人的正常生活中去,是社会关注的主要问题之一。智能轮椅又称轮椅式移动机器人,具有记忆地图、避障、自动行走、与用户交互及为用户提供特殊服务等功能,可以为行动不便人群提供帮助。智能轮椅将智能机器人技术应用于电动轮椅,融合多种领域的研究,包括机器视觉、机器人导航和定位、模式识别、多传感器融合及用户接口等。目前美国、德国、日本、及中国等多个国家都在进行这方面的研究。

轮椅的安全导航,是智能轮椅要解决的中心问题,也是轮椅能够实现自主移动的重要环节。所谓导航即是指轮椅按照预先给定的任务命令,根据已知的地图信息作出全局路径规划,并在行进过程中,不断感知周围的局部环境信息,自主地作出各种决策,随时调整自身位姿,引导自身安全行驶到达目标位置。导航系统要解决的问题:一是轮椅空间位置、方向、环境信息的检测;二是所获信息的分析及环境模型的建立;三是使轮椅安全移动的运动路径规划。导航方法很多,根据环境信息的完整程度、导航指示信号类型、导航地域等因素的不同,可以分为基于地图导航、基于视觉导航、基于传感器导航、GPS卫星导航等。无论采用哪种导航方法,智能轮椅都应具有路径规划与避障、探测与定位等功能。轮椅自主导航主要由环境感知自定位、运动路径规划和目标确定等几个功能模块组成。

二、轮椅定位技术

在移动机器人的应用中,精确的位置知识是一个基本问题。自定位即指机器人运动过程中利用自身传感器,实时确定其在工作环境中参考坐标系下相对于全局坐标的位置和姿态。大致可分为两种:基于计算机视觉的定位技术和基于非计算机传感器(如超声、激光等)的移动机器人定位技术。常用定位方法有GPS、光码盘、惯性陀螺、磁罗盘、路标匹配等,每一种方法各有优点及局限性,智能轮椅实际综合采用几种方法,提高定位系统的精度和可靠性。美国目前已安装了超过五百万包含当地环境信息(如建筑物和街道位置、结构等)的节点,只要遵循同样的标准,轮椅就可利用网络节点信息来方便地进行自定位和与环境交互。事实上每种已研制的智能

轮椅都开发了适用于自己的定位系统,形式多样,但精确度离用户正常使用有一定距离,所以如何提高定位的精度和效能是将来要着重研究的问题之一。

三、轮椅所处环境信息的获取及多传感器信息融合

智能轮椅一般处于非结构化环境,周围环境信息往往是多义的、不完全的或不准确的,而且可能随着时间而变化,故智能轮椅多采用基于传感器导航,即通过多传感器收集数据,获取其活动的周围环境信息,用一定算法对数据进行分析、融合,为导航系统提供正确的决策,所以环境信息采集和建模是研究的关键问题之一。由于轮椅导航的实时性和避障的可靠性要求,获取环境信息的传感器既要有足够的视角以覆盖整个空间获得完整的环境信息,又要具有较高的采集信息速率以保证在轮椅运动时能提供实时的信息。轮椅行驶时必须不断地感知周围环境及自身状态信息,只靠一种传感器难以完成对环境的感知,通常轮椅都装有多种传感器:超声波传感器、红外传感器、CCD图像传感器、激光雷达传感器等。传感器的选择主要是考虑机器人所使用的环境以及环境信息获取的类型(如二维信息、三维信息、距离信息以及图像信息等)。为了有效地利用传感器信息,需要对其进行综合、融合处理。

多传感器信息融合是在20世纪80年代诞生的信息处理技术,协同使用多种传感器并将各种传感器信息有效地结合起来,形成高性能感知系统来获取对环境的一致性描述。通过综合分析多传感器的信息,结合其差异性与互补性,提高系统的可靠性和鲁棒性,扩展时间上和空间上的观测范围,增强数据的可信任度,增强系统的分辨能力等。目前国内外研究的热点是如何利用多传感器系统以及先进的感知算法来实现现实环境中轮椅的高灵活度和高鲁棒性。

近年来,人们提出许多传感器信息融合算法,如贝叶斯估计、卡尔曼滤波法、加权平均法、人工神经网络数学模型等。数据融合主要包括基础理论、算法与模型开发、汇集处理所用到的数据与知识库、开发推理系统等四个方面。这也是当前和今后研究工作的重点。目前,将模糊逻辑、神经网络、进化计算、粗集理论、小波变换等计算智能技术有机地结合起来,利用集成的计算智能方法(如模糊逻辑+神经网络,模糊逻辑+进化计算,神经网络+进化计算,小波变换+神经网络等),加强信息处理深度,改进融合算法进一步提高融合系统的性能。经过融合的信息能比较完整地反映环境特征,提高机器人导航精确度。

【收稿日期】2005-04-21

【作者简介】董晓倩(1974-),女,山西运城人,广东农工商职业技术学院电子信息工程系教师,硕士,研究方向:机械电子工程。

在未知的动态环境中如何提高多传感器的信息融合,如何利用有关的先验数据提高数据融合的性能,及开发并行计算的软件和硬件,以满足具有大量数据且计算复杂的多传感器融合的要求。都是需要认真研究和解决的问题。

四、轮椅的路径规划

机器人路径规划是在环境信息模型的基础上,针对某个特定的问题状态出发,寻求一系列行为动作,并建立一个操作集合,该集合具有时间上的序列关系,直到目标状态为止。因此它侧重于问题的求解过程,而不是求解结果。路径规划是导航与控制的基础,一个功能完善的路径规划系统应该在多种约束条件下根据各种准则或判据进行规划并给出不同意义下的最优路径。对于单机器人运动规划的问题,通常有两种途径,一种是控制型技术,使用完全或接近完全的信息来寻找最佳路径,即“感知-建模-规划-执行”;另一种是反应型技术,在未给出多少信息或无优先信息条件下,使用反作用的基于传感器的动作来寻找路径。前一方案有以下优点:掌握环境信息精确,在规划时可以很容易解决死锁问题,而且其规划的路径比采用后一种方案规划的路径要优。但是,该方法计算量大,速度慢,对于动态环境的适应能力较差。后者优点是不需要对环境预先建模,因此反应速度快,对环境的适应能力强,但容易陷入局部最小点。在智能轮椅的路径规划中应该有阶段性、宏观性,在室内或是已有环境模型的空间主要使用控制型技术,而在室外未知环境中主要使用反应型技术。

智能轮椅路径规划可以分为两种类型,一种是基于环境先验信息的全局路径规划,另一种是基于传感器信息的局部路径规划。全局路径规划的任务是在具有障碍物的环境内,根据全局地图数据库信息,按照一定的评价标准,寻找一条从起始状态(包括位置和姿态)到达目标状态的无碰撞路径,其研究方法主要有以下几种:构形空间法、环境地图法、栅格法

和自由空间法等。局部路径规划是根据移动中机器人传感器信息得出的周围局部环境信息和机器人自身状态信息为基础,实时规划出短程内一段无碰撞的理想局部路径,其研究方法主要有空间搜索法、基于融合数据的直接规划法、层次性感知-动作行为法、占据栅格图法、模糊逻辑法和神经网络法等。

智能轮椅在运动过程中对多传感器得来的信息进行融合,结合已知环境信息(如原先记忆地图和网络节点信息等)及与用户之间的通讯,利用控制算法进行路径规划。

五、结 语

智能轮椅作为一种帮助行动不便人群的服务机器人,其研究除了在大学和研究所进行外,得到了越来越多的企业和商业界的重视,是一项有良好的应用前景的高技术行业。如何提高智能轮椅的实用性能实现安全导航,是智能轮椅研究一项核心技术,也是机器人研究领域的重点和难点问题。

【参考文献】

- [1]李贻斌,李彩虹,刘明,周凤余,苏学成.移动机器人导航技术[J].山东科技大学学报(自然科学版)1999,(3).
- [2]冯建农,柳明,吴捷.自主移动机器人智能导航研究进展[J].机器人,1997,(19).
- [3]徐国华,谭民.移动机器人的发展现状及其趋势[J].机器人技术与应用,2001,(3).
- [4]王祁,聂伟,张兆礼.数据融合与智能传感系统[J].传感器技术,1998,17(6).
- [5]王宏,张钺.基于地图的室外移动机器人路径规划与导航系统[J].机器人,1994,16(1).
- [6]张伟.美国马里兰大学自动化研究中心机器人教研工作一瞥[J].机器人技术与应用,2001,(3).

(上接第 154 页)采用先进的网络、计算机技术编写监控检查软件,其中工作站操作系统使用 WINDOWS9x/2000;数据库管理系统使用 MS SQL SERVER7.0/2000;绘图软件 CADR2000/R2004;管理机端采用 microsoft 的 visual basic.NET,浏览器端采用 ASP.NET+ADO.NET 编程及 Frontpage.,各生产部门送到出版室的 CAD 电子文件需经档案部门的读取监控系统,将相关信息(如图名,图号等)自动截取,填入大型数据库,便于电子文件的查找与检索。生产人员要描图时必须将电子文件递交档案部门专用的服务器中,经监控软件方可送描,这样使 CAD 电子文件归档率达 97%,避免了 CAD 电子文件的流失。该系统的投入使用,大大减轻了档案人员的信息录入工作量,大大提高了 CAD 电子文件归档率,保证了该 CAD 电子文件的完整性与真实性,使之与底图一一对应,有利保证了纸质文件与电子文件的同步归档。该技术在电力行业中处全国领先水平,该电子图档系统还远销福建电力设计院。

(二)完善《CAD 电子文件管理办法》,制定相应的管理规定

- 1.所有本院设计产品必须通过 CAD 电子图档系统送描出版。
- 2.由于 CAD 电子文件是通过底图来确定归档的,因此要求印制室在出版白纸图时,必须先出版底图归档,否则印制室不予出版。
- 3.设计人员在本室出版原件的 A3、A4 白纸图,必须向系统提交 CAD 电子文件出版底图归档,印制室不得接受来自档案室以外的设计产品出版。
- 4.发现出版白纸图不出版底图归档,引起 CAD 电子文件流失的,按《CAD 电子文件管理办法》有关规定处罚,使出版白纸图 CAD 电子文件处于受控状态。

(三)从签署合作设计合同开始到归档实现全过程管理

由于我院生产合作单位很多,一部分 CAD 电子文件散落在合作单位手中,管理起来有点困难,我院规定,合作设计方必须完整地向本院提供合作项目的全部 CAD 电子文件;合作方必须按本院的设计归档出版流程作业;档案人员定期检查合作项目的 CAD 电子文件的归档情况,并及时通报经营计划部及合作方;档案人员在接收底图归档调晒时,检查 CAD 电子文件是否已归档,不归档者,不得出版交付业主;对合作项目 CAD 电子文件归档不完整的,我方适当扣减设计费。

(四)凡是合作设计合同都要有 CAD 归档的条款

- 1.档案室发文,要求经营计划部在签署合作设计合同时,要严格按照《档案法》和我院档案管理的有关制度的规定,将 CAD 电子文件完整归档作为合同条款写入合同;
- 2.对一些已签署合同的电站要求经营计划部采取补救措施,增加 CAD 归档的条款

(五)完善设计归档出版流程

- 1.理顺设计归档出版程序,所有设计产品先归档,后出版;
- 2.所有的设计图纸必须使用本院规定的图标、字体等;
- 3.所有的设计产品(包括合作设计产品)必须通过 CAD 电子图档系统送描出版;
- 4.所有设计产品的原件必须归档后,由档案室送去复制出版。不归档者,不得出版交付业主。

由于我们采取了有效的管理措施,2003 年 1 至 5 月我院设计的合山电厂改扩建工程、玉林坡 220KV 线路工程、六圩变扩建间隔工程、乐滩水电站扩建工程、平班水电站工程、下福水电站工程等 6 个有代表性的主要工程项目,对其应当归档的以及实际已归档 CAD 电子文件(底图)个数进行了调查统计,发现这些工程 CAD 电子文件归档率已有所提高,平均已达 97%。