

文章编号: 1005-5630(2015)05-0447-05

# 基于 Agent 概念的智能轮椅床控制模块设计

张翔义, 陈启军

(同济大学 电子与信息工程学院, 上海 201804)

**摘要:** 为使智能轮椅床在自主运行时, 能随时响应周围其它对象的指令并实施协同动作, 提出基于 Agent 概念规划控制模块的设计。通过传感器组信息、轮椅床当前状态信息、外来协同信息的感知融合, 给出符合总体需求的动作选择指令序列。借助于传感器组信息、外部遥控命令信息与学习积累库的信息进行适时综合, 完成比较复杂的交叉判断与协商, 实现外来的指令合并本体的自主控制协同执行。如此, 对智能轮椅床乘用人员来说, 既能满足其自主行动的意图, 又能满足其及时接受其他对象提供的服务; 同时还便于远程监控人员适时介入解决特殊问题。试用表明, 基于 Agent 概念的控制模块设计, 能以清晰的软件结构和丰富的协同应对资源库显著提升智能轮椅床的整体功能。

**关键词:** 智能家居; 轮椅床; 协同控制; Agent

**中图分类号:** N 93 **文献标志码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1005-5630.2015.07.014

## Design of control module based on the concept of Agent for intelligent wheelchair bed

ZHANG Xiangyi, CHEN Qijun

(School of Electronics and Information Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

**Abstract:** A new design method of control module based on the concept of Agent is proposed, so that the intelligent wheelchair bed can always be ready for accepting control instruction from other objects around it, while itself is under independently operation. The command sequence for the motion choices that conform to the overall demand can be given by the perception fusion of the sensor groups information, the state machine information of the wheelchair bed, and the external collaborative information. After completing complex cross judgment and consultation, the coordinated operation of the external commands and the local autonomous control are collaborative executed, via the timely synthesis of the sensors group information, the external remote command information, and the accumulation of learning library information. To use the intelligent wheelchair bed, the control module based on the concept of Agent, can easily satisfy both independent intention and service obtained from other objects around it. At the same time, it is also very convenient for monitoring personnel to solve some special problems by remote control instruction. The test shows that the operation efficiency of the intelligent wheelchair bed is improved significantly.

**Keywords:** smart home; wheelchair bed; coordination control; Agent

收稿日期: 2015-04-06

作者简介: 张翔义(1989—), 男, 硕士研究生, 主要从事控制理论与控制工程研究。Email: zhangxy\_021@163.com

### 引 言

随着物质生活水平和医疗技术的不断提高,以及晚婚晚育等新观念的普及,老龄人口数的占比不断提升,这是社会进步的自然趋势<sup>[1-3]</sup>。但是,老龄人口占比的提升,对每位年轻人照顾老年人所需花费的精力份额也显著增加。与此同时,当今信息社会工作与生活节奏的不断提高,使得年轻人越来越难以抽出更多的时间照顾老年人。而作为老年人,随着社会进步观念的普及,也越来越希望自己的生活能够自理,尽量不拖累年轻一代的工作与学习。另外,残疾人士的生活质量提升,也是社会进步中应该加以重视的课题。在这样一个总体背景下,如何充分利用现代技术成果,开发有助于老年人、残疾人的生活自理的智能产品,使他们能自主、安全、舒适、有尊严地生活,既是他们自身的热切期望,也是社会公众的一致诉求。

用于助老助残的人机协调和普适环境<sup>[4]</sup>,包括安全、智能、无障碍的行走,周围电灯、空调、电视机、窗帘、热水器的控制等。其中,可自由运动、变形的智能轮椅床,是重要的组成部分之一。智能轮椅床的主要功能,是既能作为轮椅载人出行,又能在老、残人士疲劳时变形为床以供休息。此外,还要能够接受监护人的遥控,以及与周围的服务机器人协同等。

为此,本文设计了基于 Agent(智能体)概念的智能轮椅床控制模块。

### 1 Agent(智能体)的基本含义

Agent 的最早概念是一个具有自兼容性、交互性和并发处理功能的,具有封闭的内在状态,并可与同类对象交换信息的行为实体<sup>[5]</sup>。

Agent 作为计算机系统,具有两种重要能力。首先,每个 Agent 至少在某种程度上可以自治行动,即可由其自己决定,需要采取什么行动以实现其设计目标。其次,每个 Agent 都可以与其他 Agent 进行交互,这种交互不是简单的交换数据,而是参与某种社会或协同行为,包括合作、协作和协商等。

Agent 通常是一个具有自治性、社会性、反应性和预动性的系统<sup>[6]</sup>。自治性是指,Agent 运行时可以不直接由人或者其他系统控制,其对自己的行为和内部状态有一定的控制权。社会性是指,Agent 能够与其他 Agent 进行信息交换。反映性是指,Agent 能够感知所处的环境,并能通过其行为改变环境。预动性是指,Agent 能够主动地,或自发地感知所处环境的变化,并作出基于目标的行为。

Agent 的典型体系结构,大致有慎思型、反应型、混合型三类。从本课题的情况出发,选择简单、高效的反应型结构比较合适。图 1 为本智能轮椅床所用的 Agent 功能结构体。

该 Agent 将各种预先组织好的条件与反应过程,化成动作规划库中的可选择内容。借助于传感器组感知当前环境状况,并结合来自上位机或其他 Agent 的协同信息,给出应对判断。然后通过动作选择,指示动作机构根据动作规划库的对应过程实施,达到改变 Agent 自身与环境关系的目的,亦即实现智能轮椅床的行走、变位、保持稳定等功能。

按照 Agent 的结构方式设计程序,可避免纵横交错的条件判断语句、减少繁杂的交互函数套叠,使程序块功能清晰,应对变化快速、可靠。

### 2 智能轮椅床的基本结构

根据功能的需求,设计的智能轮椅床如图 2 所示。基本结构包括座位部、靠背部、踏脚部、靠腿部、扶手部、行走动力轮、行走辅助轮,以及床态前撑、床态后撑、多个变位动作电机、相关的光电信息<sup>[7-8]</sup>、转角、位置、载荷传感器等。其中,床态前撑、床态后撑分别隐在靠背部和脚踏部之中。

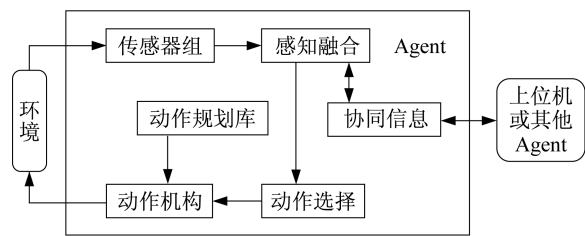


图 1 智能轮椅床的 Agent 功能结构

Fig. 1 Agent functional structure of the wheelchair bed

设计的轮椅床自重 70 kg,总承重 120 kg,踏脚板承重 80 kg,扶手靠推力 20 kg。为减少重复性机构所占空间,在保证使用性能的前提下简化结构,左右扶手部分、靠腿与踏脚部分实施联动设计<sup>[9-11]</sup>。

为保证行走、变位、平躺各种状态的平衡,在行走动力轮、行走辅助轮、床态前撑、床态后撑上装有重力载荷传感器,以便检测乘用人员的重心变化,防止意外翻倒的产生。

在变位过程中,随时检测乘用者的重心变化,根据重心位置的状况,有选择地实施安全的变位动作,以防止变位动作与乘用者配合不当可能出现的重心偏移。当监测到重心接近平稳临界限制时会报警,提示乘用人员纠正体态或放弃外抓重物等。如果报警后未检测到重心校正指令且偏移进一步加大,隐在靠背部、踏脚部之中的辅助支撑立即探出着地,防止轮椅翻倒。尔后,若重心位置恢复正常,则收回着地的辅助支撑。

### 3 智能轮椅床的电气配置

从功能需求考虑,智能轮椅床的电气配置如图 3 所示。环境感知信息主要由光电信息传感器组、角度传感器组、载荷传感器组、限位传感器组获取。动作执行主要由行走机构控制部分、床体变形控制部分构成。

光电信息传感器组由多个红外探头与专用摄像头构成。红外探头用于对周围实体的感知,防止智能轮椅床变形与行走时与四周发生碰撞。专用摄像头用于接收监控人员的手势信息,以便作出协同动作响应。

角度传感器组用于对各轮椅变位部件转角的感知,以便判定轮椅当前的状态以及变位的速度等。载荷传感器组主要监测四轮支撑件上的重力载荷,以便判定轮椅床中心变动,防止翻倒。限位传感器组用于各部件变位极限状态的感知,防止某个角度传感器失效时因过度驱动产生损坏。

变形部件选用博世 0130002529 电动机,只需 12 V 直流供电,可输出较高功率。另外,借助高速比减速器,可以足够大地输出转矩完成变位动作。行走部件选用 BH32 系列伺服电动机,该电机具有功率大、力矩大、体积小的特点,在满足轮椅床行走需要的同时,减少所占空间。选用赛特公司的 BT 系列蓄电池,直接给出所需的 12 V、48 V 直流供电。

作为处于助老助残普适环境中的智能轮椅床,其变位姿态与行进状况信息的获取,还可以由所处环境中布置的若干台摄像相机完成。这些信息经上位机判别后,发出调整、变位等遥控指令,智能轮椅床接收后可作出协同响应。

### 4 智能轮椅床的微控部件(中控模块)选择

综合考虑所需功能、性价比等因素,微控部件由 Freescale 单片机以及 EMW3X80 嵌入式 Wi-Fi 模块等外围件构成。主芯片采用 MC9S08QE128, 80 引脚,图 4 为 MC9S08QE128 功能结构图。因

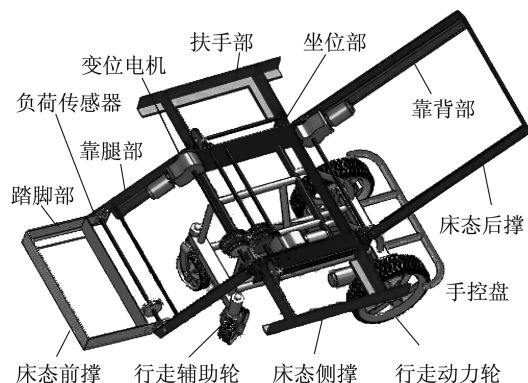


图 2 智能轮椅床的基本结构

Fig. 2 Mechanical structure of the wheelchair bed

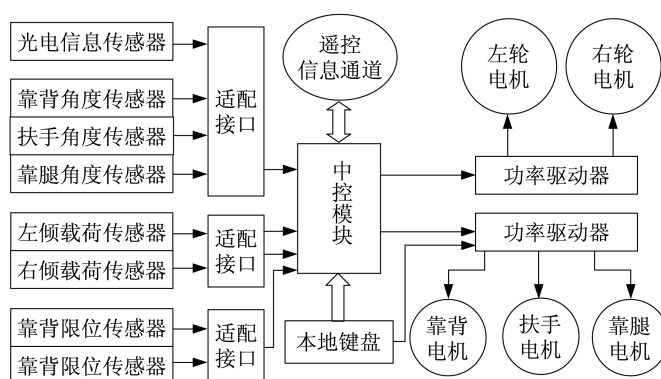


图 3 智能轮椅床的电气配置

Fig. 3 Electrical configuration of the wheelchair bed

MC9S08QE128 具有丰富的输入/输出资源, 比较容易覆盖轮椅床的多传感器信号输入、多种输出控制的需要。

MC9S08QE128 是低功耗、低电源、高效运作的 8 位微控制(MCU)单元 HCS08 系列的成员。支持高达 50.33 MHz 的 CPU 时钟频率, 32 个中断/复位源, 128 KB 存储空间。图中,  $V_{DD}$  和  $V_{SS}$  是 MCU 的主要电源供给引脚;  $V_{DDA}$  和  $V_{SSA}$  是 MCU 中 ADC 模块的电源供给引脚。

MC9S08QE128 拥有两个独立的模拟比较器 ACMP1 和 ACMP2。拥有逐次逼近式的 12 位数模转换器(ADC), 2.5  $\mu$ s 转换时间, 支持 28 个独立模拟输入, 可选择 4 个输入时钟源。拥有 SCI1 和 SCI2 两个通信接口, 拥有 SPI1 和 SPI2 两个串行外围设备接口。拥有 2 个 3 道(TPM1 与 TPM2)和 1 个 6 道(TPM3)的 S08TPMV3 定时器脉冲宽度调节器。70 个 GPIO 以及 1 个仅输入和 1 个仅输出引脚。

HCS08 系列的开发支持系统背景调试控制器(BDC)和片上调试模块(DBG)。BDC 提供单线调试接口与目标连接, 通过 BDC 可方便地进行片上闪存和其他非易失性存储器的编程。BDC 允许以非侵入方式存取存储器数据和传统调试功能, 诸如 CPU 寄存器修改、断点和单指令跟踪命令等。

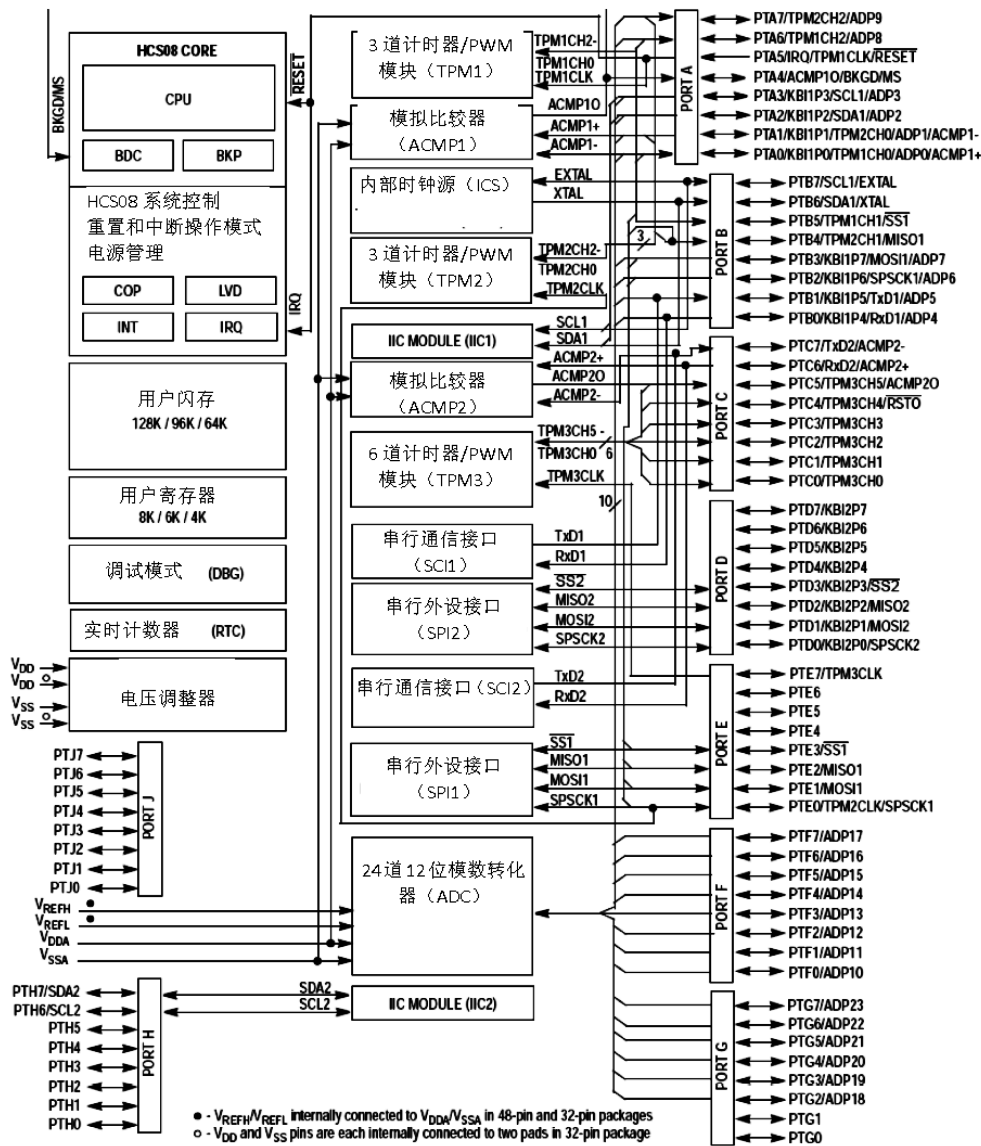


图 4 MC9S08QE128 功能结构图

Fig. 4 Functional structure of the MC9S08QE128

## 5 智能轮椅床变位与行走软件设计

运行软件的设计,充分考虑 Agent 的构件需要,立足于具体的硬件配置,主要流程图如图 5 所示。

智能轮椅床可随时接收乘用人的键盘控制指令,以及监护人通过无线模块发来的遥控指令。当同时收到的键盘指令与遥控指令不一致时,需要做综合判别,亦即判断应按照乘用人还是监护人的指令实施动作。对此:一是乘用人可事先通过键盘给出有限级选择;二是根据键盘给出的状态指示信息,临时决定是否授权监护人为优先级;三是根据乘用者过去在相应状态下的自主历程记录,判定监护人的遥控指令符合乘用者过去自主历程记录,即按监护人的遥控指令执行(对乘用人的自主历程记录是在学习积累环节完成的,若过去的同状态自主过程有多个,但不一样,则按照统计强度决定)。

智能规划环节主要是根据指令要求,参考传感器组提供的信息,依据当前智能轮椅床所处的状态,按序调用动作规划库的子程序。

过程运行环节则具体实施对各个电动机的实际控制,其中包括轮椅床变位、轮椅床行走两类内容。(1)轮椅床变位可以根据靠背、扶手、靠腿部分的倾角传感器,实施位置渐进闭环控制。可分别实施靠背起,靠背降,靠腿-脚踏联动起,靠腿-脚踏联动降,扶手起,扶手降等,也可以做几个变位动作的并行处理。(2)轮椅床行走,一个功能是根据乘用人的键盘指令,实现前进,后退,左转,右转,任意线路行进等,另一个功能是按照监护人的各种遥控指令<sup>[12]</sup>,实现各种移动。监护人对智能轮椅床在居所中的位置,是通过居所安装的摄像头阵列和体感摄像机 Kinect 组成的视频监控系统的获取的,这属于智能轮椅床所在大系统的构建内容。

状态机环节实现的是当前状态描述,以及各种状态间的递进、转化逻辑关系。状态机环节的设置,降低了软件设计的复杂程度,并提高了可靠性。

学习积累环节主要是记录乘用人的多轮键盘操作与控制实施,采用统计强度归纳乘用人的正常行为过程,以便收到遥控指令时,做综合判断。学习积累环节可以用键盘指令嵌入二次开发内容。

自主判别环节在没有键盘指令和遥控指令期间,能根据已设目标、当前状态、传感器组信息等,完成应实施的相关过程。

## 6 结 论

基于 Agent 概念所实现的智能轮椅床机电总体设计、控制模块的组成以及运行软件的配置等经整体集成运行,能较好地满足本体的自主控制,并能比较稳定地按照遥控指令运行,对现场中的专用服务机器人,也能做特定的协同运行。当然,如果再增加双传感器冗余设计、智能轮椅床重心判别与矫正、防变位意外的辅助支撑等,整体性能还会进一步改善。

## 参考文献:

- [1] 王志宝,孙铁山,李国平. 近 20 年来中国人口老龄化的区域差异及其演化[J]. 人口研究, 2013, 37(1): 66-77.
- [2] 彭希哲,胡湛. 公共政策视角下的中国人口老龄化[J]. 中国社会科学, 2011(3): 121-138.
- [3] 郑伟,林山君,陈凯. 中国人口老龄化的特征趋势及对经济增长的潜在影响[J]. 数量经济技术经济研究, 2014(8): 3-20.
- [4] 赵东霞,孙俊龄. 我国城市老年人宜居环境评价指标体系研究[J]. 环境保护与循环经济, 2013(7): 52-55.

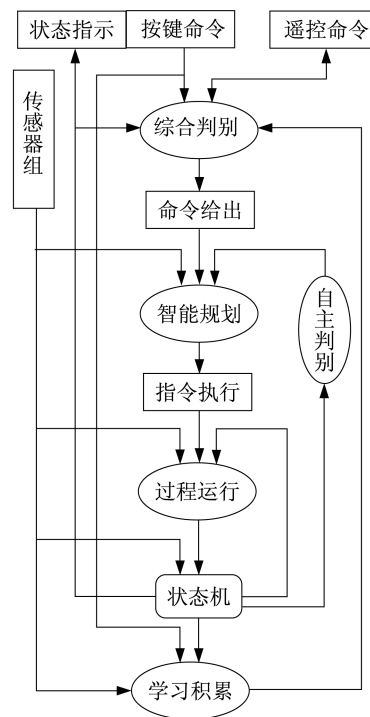


图 5 运行软件主流程图

Fig. 5 Main flow chart of the operation software

**参考文献:**

- [ 1 ] 朱京涛,王蓓,徐垚,等. 类镍钼软 X 射线激光用多层膜反射镜的研制[J]. 光学仪器,2006,28(4):146-149.
- [ 2 ] 王凤丽,张众,朱京涛,等. 最小膜层厚度对 X 射线非周期多层膜光学性能的影响 [J]. 光学仪器,2006,28(4):48-51.
- [ 3 ] 张淑敏,朱京涛,王凤丽,等. 极紫外多层膜基底表面粗糙度综合表征技术[J]. 光学仪器,2006,28(4):137-140.
- [ 4 ] MADSEN K K,CHRISTENSEN F E,JENSEN C P,et al. X-ray study of W/Si multilayers for the HEET hard X-ray telescope[J]. SPIE,2004,5168:41-52.
- [ 5 ] PLATONOV Y Y,BROADWAY D M,DEGROOT B,et al. X-ray reflectivity and mechanical stress in W/Si multilayers deposited on thin substrates of glass,epoxy replicated aluminum foil,and Si wafer[J]. SPIE,2004,3113:469-475.
- [ 6 ] ENNOS A E. Stress developed in optical thin Coatings [J]. Applied Optics,1966,5(1):51-61.
- [ 7 ] FITZ C,FUKAREK W,KOLITSCH A, et al. An instrument for in-situ stress measurement in thin films during growth[J]. Surface and Coatings Technology,2000,128-129:474-478.
- [ 8 ] BARTHELMESS M,BAJT S. Thermal and stress studies of normal incidence Mo/multilayers for a 6.7 nm wavelength[J]. Applied Optics,2011,50(11):1610-1619.
- [ 9 ] FREUND L B,SURESH S. Thin film materials: stress,defect formation,and surface evolution[M]. Lu Lei, Transl. Beijing :Science Press,2007:49-50.
- [10] MACARTHUR K,SHI B,CONLEY R, et al. Periodic variation of stress in sputter deposited Si/WSi<sub>2</sub> multilayers[J]. Applied Physics Letters,2011,99:081905.
- [11] HUANG Q S,LI H C,ZHU J T, et al. Stress analysis of W, WSi<sub>2</sub>, Si single layers and W/Si, WSi<sub>2</sub>/Si multilayers fabricated by magnetron sputtering[J]. High Power Laser and Particle Beams,2011,23(6):1659-1662.

(编辑:刘铁英)

=====

**(上接第 451 页)**

- [ 5 ] 王宏生,孟国艳. 人工智能及其应用[M]. 北京:国防工业出版社,2009:251-259.
- [ 6 ] 高世一,赵明扬,邹媛媛,等. 基于多智能体的制造系统生产控制建模研究[J]. 计算机集成制造系统,2007,13(6):1066-1070.
- [ 7 ] 王立钢,马国欣,向鹏. 基于双目视觉的标志点定位系统硬件设计[J]. 光学仪器,2015,37(2):160-164.
- [ 8 ] 刘继忠,贺清云,张华,等. 智能轮椅床的多方位红外体温检测系统设计[J]. 传感器与微系统,2012,22(1):113-116.
- [ 9 ] 滕兵,陈静涛,黄鑫海. 轮椅床的结构设计[J]. 机械制造与自动化,2015,29(3):87-91.
- [10] PARSSLER E,SCHOLZ J,FIORINI P. A robotics wheel chair for crowded public environments[J]. IEEE Robotics & Automation Magazine,2001,8(1):38-45.
- [11] 胡永举,岳永恒,何永明. 自助式轮椅的设计[J]. 发明与创新,2009,12(2):68-72.
- [12] 陈启军,朱振娇,顾爽. 基于傅立叶描述子和 HMM 的手势识别[J]. 控制工程,2012,19(4):634-638.

(编辑:刘铁英)