

基于双目视觉导航的仿生机器人鲁棒控制算法

李秀娟^{1,2} 刘 伟¹ 李珊红¹

(合肥学院电子信息与电气工程系 合肥 230601)¹ (合肥工业大学电气与自动化工程学院 合肥 230009)²

摘 要 仿生机器人在定姿过程中受到空间扰动因素的影响容易产生控制误差,需要对机器人进行精确标定,提高仿生机器人的定位控制精度,因此提出一种基于双目视觉导航的仿生机器人鲁棒控制算法。利用光学 CCD 双目视觉动态跟踪系统进行仿生机器人的末端位姿参量测量,建立被控对象的运动学模型;以机器人的转动关节的 6 自由度参量为控制约束参量,建立机器人的分层子维空间运动规划模型;采用双目视觉跟踪方法实现仿生机器人的位姿自适应修正,实现鲁棒性控制。仿真结果表明,采用该方法进行仿生机器人控制的姿态定位时对机器人末端位姿参量的拟合误差较低,动态跟踪性能较好。

关键词 双目视觉导航,仿生机器人,鲁棒,控制,位姿,跟踪

中图分类号 TP399 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2017.08.055

Robust Control Algorithm of Bionic Robot Based on Binocular Vision Navigation

LI Xiu-juan^{1,2} LIU Wei¹ LI Shan-hong¹

(Department of Electrical Engineering, Hefei University, Hefei 230601, China)¹

(School of Electrical and Automation Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)²

Abstract In the course of pose determination, the bionic robot is prone to generate control errors due to the influence of spatial perturbation factors. Accurate calibration of robots is required, and the positioning accuracy of bionic robot need to be improved. A robust control algorithm of bionic robot based on binocular vision navigation was proposed. The optical CCD binocular vision dynamic tracking system is used to measure the terminal position and orientation parameters of the bionic robot. The kinematic model of the controlled object is established. Taking the 6 degree of freedom parameter in the rotational joint of a robot as the control constraint paramater, a hierarchical space motion planning model of robot is established. The binocular vision tracking method is used to realize the adaptive correction of the position and orientation of the bionic robot, and robust control is achieved. Simulation results show that when applying the method to position control of biomimetic robot, the fitting error of robot end position parameters is low, and the performance of dynamic tracking is better.

Keywords Binocular vision navigation, Bionic robot, Robust, Control, Pose, Tracking

随着人工智能技术和工业自动化技术的进步和发展,大量的人工智能机器人被应用于工程实践中,以替代人类进行高精度和繁琐的工业作业。仿生机器人是模仿人类和各种生物进行相应动作的人工智能体,仿生机器人可以模仿人类进行抓取、行走、姿态变换和工业操控等作业,在生产实践中具有较为广泛的应用价值。仿生机器人对姿态定位跟踪的精度要求较高,需要达到毫米级的误差才能实现精准操控,因此需要对机器人进行优化控制,降低机器人的几何误差,提高机器人末端位姿的定位和跟踪能力。研究机器人的鲁棒性控制问题在改善机器人的作业精度和作业效率方面具有重要意义。

仿生机器人在定姿过程中受空间扰动因素影响,且机器人的运动学模型是一个多元耦合的非线性模型,对其进行有效控制的难度较大,容易产生控制误差;通过对机器人进行精

确的视觉导航和标定,求解机器人的运动学方程,实现机器人被控对象参量的优化求解,实现鲁棒性控制。传统上针对仿生机器人的鲁棒性控制方法主要有模糊 PID 控制方法^[1]、姿态融合滤波控制方法、滑膜积分控制方法、反演控制方法等^[2-3],上述控制方法通过构建仿生机器人的运动学规划模型,使控制器参数在有限个线性模型进行自适应调整,再结合运动学回路加权,实现机器人末端位姿定位,取得了一定的控制效能。文献[4]提出一种基于变结构 PID 模糊神经网络的仿生机器人控制算法,采用 Smith 结构设计仿生机器人控制的对象结构模型,采用前向三层自适应 PID 神经网络模型作为学习器,实现了仿生机器人控制优化,提高了机器人的位姿控制精度,但该算法的计算开销较大,对机器人位姿调整的实时性较差。文献[5]提出基于空间位置不确定性约束的改进

到稿日期:2017-01-01 返修日期:2017-04-01 本文受安徽省高校省级自然科学研究重点项目(KJ2015A258)资助。

李秀娟(1971—),女,硕士,副教授,主要研究方向为机器人控制技术、模式识别技术及应用,E-mail:lxj_xiu@163.com;刘 伟(1979—),男,博士,高级实验师,主要研究方向为机器人控制技术、模式识别技术及应用;李珊红(1985—),女,博士,讲师,主要研究方向为传感器检测技术、机器人控制技术。

闭环检测算法来进行机器人的运动状态控制,利用同步调相控制思想来设计外环控制回路,采用 DC/AC 逆变器模型来设计闭环检测模型,实现机器人路径的跟踪识别,提高仿生机器人抓取控制中的稳健性,但该方法容易受到小扰动干扰因素的影响,进而导致输出测量误差。文献[6]采用一种改进人工势场法来进行机器人避障及路径规划设计,提出了一种相对速度的改进人工势场法进行模糊自适应命令滤波,确保了机器人能够逃出最小值陷阱,提高了仿生机器人的路径跟踪精度,但在存在虚拟助力臂扰动时该方法容易出现位姿跟踪误差。文献[7]提出一种基于能效优化的仿生机器人跑步步态优化与控制方法,实现了机器人俯仰、翻滚和偏摆各方向的力矩平衡控制,但该方法容易使位姿参量陷入局部优化解。文献[8]采用一种动态搜索策略的蚁群算法进行机器人路径规划控制,通过蚁群算法动态调整为较小阈值以加快收敛速度,但该方法的鲁棒性较差,在复杂环境中对机器人路径规划的准确性不高。

针对上述问题,本文提出一种基于双目视觉导航的仿生机器人鲁棒控制算法。首先利用双目视觉动态跟踪系统进行位姿参量采集和运动学模型构建;然后采用双目视觉跟踪方法实现仿生机器人的位姿自适应修正,实现控制律的改进设计;最后进行仿真实验分析,展示本文方法在提高机器人的导航跟踪精度、降低末端位姿控制误差等方面的优越性能。

1 被控对象的运动学模型分析

1.1 位姿参量测量

为了实现对仿生机器人的双目视觉导航鲁棒性跟踪控制,需要首先构建机器人的运动学模型,构建被控对象和控制约束参量模型,利用光学 CCD 双目视觉动态跟踪系统进行仿生机器人的末端位姿参量测量。仿生机器人的光学 CCD 双目视觉动态跟踪系统进行参量采集的仿真模型如图 1 所示。

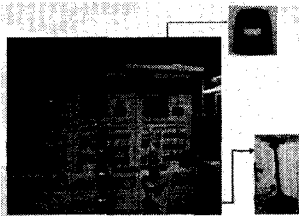


图 1 光学 CCD 双目视觉动态跟踪系统

以图 1 所示的光学 CCD 双目视觉动态跟踪系统进行机器人的位姿参量测量和数据采集,在仿生机器人的 6 个自由度中采集机器人的定姿参数,使用确定模型集合 $M=\{m_i|i=1,2,\dots,m\}$ 表示仿生机器人的行走、抓取、俯仰、翻滚等工作空间运动属性模型,得到机器人运动状态方程和定姿参量的观测方程的离散形式:

$$\begin{cases} x(k+1)=\Phi_i(k)x(k)+w_i(k), & i=1,2,\dots,m \\ z(k)=H_i(k)x(k)+v_i(k), & i=1,2,\dots,m \end{cases} \quad (1)$$

其中, $w_i(k)$ 和 $v_i(k)$ 为关节的位姿和影响机器人定姿的扰动噪声,采用逆运动学进行机器人的双目视觉动态跟踪,形成的视差测度信息分别为 $Q(k)$ 和 $R_i(k)$ 。在已知的 m 个位姿动态分布模型中,机器人的转动关节的初始状态为 $x^i(0)=\hat{x}^i(0)$, 连杆结构的正向运动学关联特征为 $u_i(0)=P(m_i(0)/$

$z(0))$, 在三维空间中构建机器人的运动学回路结构模型,得到运动状态特征转移概率矩阵为 $[P_{ij}]$, P_{ij} 表示运动学回路模型中从位姿状态 m_i 向 m_j 转移的概率,从 $k-1$ 时刻开始到 k 时刻,在三维世界坐标系中进行双目视觉动态跟踪,得到位姿参量测量输出:

$$Z_c \begin{bmatrix} U \\ V \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{f}{d_x} & 0 & U_0 & 0 \\ 0 & \frac{f}{d_y} & V_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R & T \\ O^T & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

其中, Z_c 表示左右摄像机到末端执行器的垂直距离, (x_w, y_w, z_w) 表示各连杆之间的位姿关系, (U_0, V_0) 表示双目视觉测量图像中心的像素坐标, (U, V) 表示关节独立运动的点坐标。

1.2 运动学模型构建与控制约束参量分析

在上文进行了机器人位姿参量采集的基础上,建立被控对象的运动学模型,以机器人的转动关节 6 自由度参量为控制约束参量,基于扩展 Kalman 滤波方法^[9],得到仿生机器人的连杆变换通式:

$${}^{i-1}T_i = \begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i & 0 & a_{i-1} \\ s\theta_i c\alpha_{i-1} & c\theta_i c\alpha_{i-1} & -s\alpha_{i-1} & -d_i s\alpha_{i-1} \\ s\theta_i s\alpha_{i-1} & c\theta_i s\alpha_{i-1} & c\alpha_{i-1} & d_i c\alpha_{i-1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

其中, s 表示取角度 θ 的正弦, c 表示取角度 θ 的余弦。将双目视觉导航跟踪陀螺仪的角度作为预测角度,测量偏差为 $\omega(k)$, 在 6 自由度空间模型中,将各连杆变换相乘,得到仿生机器人的位姿变换矩阵:

$${}^0T = {}^0T_1 {}^1T_2 {}^2T_3 {}^3T_4 {}^4T_5 {}^5T_6 \quad (4)$$

式(4)表示机器人末端执行器位姿矩阵。选取姿态角的动态变量为 $x=[\varphi, \dot{\varphi}, \theta]^T$, 在仿生机器人处于非线性运动状态时的动力学方程表示为 $\dot{x}=f(x, u)$, 在标准位姿结构下的状态量为 $x_0(x_0=[\varphi_0, \dot{\varphi}_0, \theta_0]^T)$, 运动的平衡条件为 $f(x_0, u_0)=0$ 。对于仿生机器人的被控模型 $m_j(j=1,2,\dots,m)$, $\forall m_j \in M$, 双目视觉导航的位姿预测概率为:

$$\bar{c}_j = \sum_i^m P_{ij} u_i(k-1) \quad (5)$$

机器人定姿的侧向偏转转移概率为:

$$\begin{aligned} u_{i/j}(k-1/k-1) &= P(m_i(k-1)/m_j(k), z^{k-1}) \\ &= \frac{1}{\bar{c}_j} P_{ij} u_i(k-1) \end{aligned} \quad (6)$$

对被控对象的位姿参量进行信息融合,得到参量的混合输入为:

$$\begin{aligned} \hat{x}^{0j}(k-1/k-1) &= \sum_i^m \hat{x}^i(k-1/k-1) u_{i/j}(k-1/k-1) \\ P^{0j}(k-1/k-1) &= \sum_i^m u_{i/j}(k-1/k-1) \{ P^i(k-1/k-1) + \\ &\quad [\hat{x}^i(k-1/k-1) - \hat{x}^{0j}(k-1/k-1)] \\ &\quad [\hat{x}^i(k-1/k-1) - \hat{x}^{0j}(k-1/k-1)]^T \} \end{aligned} \quad (8)$$

对于双目视觉导航跟踪模型 $m_j(j=1,2,\dots,m)$, $\forall m_j \in M$, 以 $\hat{x}^{0j}(k-1/k-1)$ 和 $P^{0j}(k-1/k-1)$ 为视觉导航的图像像素输入,代入机器人的扰动抑制模型中,选择滤波器(一般选用卡尔曼滤波器)进行稳态跟踪融合滤波,进而获得状态估

计 $\hat{x}^j(k/k)$ 及其估计的协方差 $P^j(k/k)$ 。在上述构建的控制约束参量模型中,进行控制目标函数的优化求解以及仿生机器人的控制律设计。

2 控制算法优化

2.1 分层子维空间运动规划

以机器人的转动关节 6 自由度参量为控制约束参量,建立机器人的分层子维空间运动规划模型,构建仿生机器人在纵向运动、侧向运动以及抓取动作方面的分层子维空间运动规划模型,其描述如下^[10]。

纵向:

$$\begin{cases} mV\dot{\theta}\cos(\sigma)=F_y \\ J_z\dot{\omega}_{z1}+(J_y-J_x)\omega_{x1}\omega_{y1}=M_{z1} \\ \varphi=\theta+\alpha \end{cases} \quad (9)$$

侧向:

$$\begin{cases} -mV\dot{\sigma}=F_z \\ J_y\dot{\omega}_{y1}+(J_x-J_z)\omega_{x1}\omega_{z1}=M_{y1} \\ \phi=\sigma+\beta \end{cases} \quad (10)$$

抓取:

$$J_x\dot{\omega}_{x1}+(J_z-J_y)\omega_{y1}\omega_{z1}=M_{x1} \quad (11)$$

在 6 自由度空间中,得到机器人各个关节圆空间的关联关系,通过对机器人实际几何参数的反演控制,减小中心侧移和横向偏移,计算 k 时刻机器人定姿模型 $m_j(j=1,2,\dots,m, \forall m_j \in M)$ 的似然函数为:

$$\begin{aligned} \Lambda_j(k) &= P(z(k)/m_j(k), z^{k-1}) \\ &= P(z(k)/m_j(k), \hat{x}^{0j}(k-1/k-1), P^{0j}(k-1/k-1)) \\ &= N((z^j(k)-z^j(k/k-1))|0, S^j(k)) \end{aligned} \quad (12)$$

其中, $\Lambda_j(k)$ 服从均值为 0、方差为 $S^j(k)$ 的正态分布, $S^j(k)$ 为各个关节圆的定位误差协方差矩阵。根据机器人几何参数进行末端位姿校正,校正概率为:

$$\begin{aligned} u_j(k) &= P(m_j(k)/z^k) \\ &= \frac{1}{c} P(z(k)/m_j(k), z^{k-1}) P(m_j(k)/z^{k-1}) \\ &= \frac{1}{c} \Lambda_j(k) \bar{c}_j \end{aligned} \quad (13)$$

其中, $\bar{c}_j$ 表示实际末端位姿的双目视觉导航的像素均值, c 由式(14)求得。

$$\begin{aligned} c &= \sum_j^m P(z(k)/m_j(k), z^{k-1}) P(m_j(k)/z^{k-1}) \\ &= \sum_j^m \Lambda_j(k) \bar{c}_j \end{aligned} \quad (14)$$

在机器人基坐标系下对机器人的单关节坐标数据进行平行跟踪,将机器人定姿参数反馈到分层子维空间运动规划模型中,进行误差修正。

2.2 鲁棒性控制律

运用双目视觉系统输出的位姿测量数据建立仿生机器人的初始目标位形分布坐标点,在分层子维空间运动规划模型中引入位姿不确定扰动因素的影响,在双目视觉导航下得到机器人的最优引导律为:

$$\hat{x}(k/k) = \sum_j^m \hat{x}^i(k/k) u_j(k) \quad (15)$$

$$\begin{aligned} P(k/k) &= \sum_j^m u_j(k/k) \{ P^j(k/k) + [\hat{x}^j(k/k) - \hat{x}(k/k)] \\ &\quad [\hat{x}^j(k/k) - \hat{x}(k/k)]^T \} \end{aligned} \quad (16)$$

定义机器人定姿的初始状态矢量 $x(t)=[x(t), y(t), z(t), \dot{x}(t), \dot{y}(t), \dot{z}(t), \ddot{x}(t), \ddot{y}(t), \ddot{z}(t)]^T$,通过本文的控制律进行位姿自适应修正,得到控制状态方程和观测方程为:

$$x(k+1) = \Phi(k)x(k) + w(k) \quad (17)$$

$$z(k) = H(k)x(k) + v(k) \quad (18)$$

其中, $w(k)$ 为融合 Kalman 加权系数,协方差矩阵为 $Q(k)$, $v(k)$ 为融合滤波后的最优姿态角输出向量,输出的目标的运动属性协方差矩阵为 $R(k)$ 。

综合上述分析,通过双目视觉导航控制,采用改进的扩展 Kalman 融合滤波(Extended Kalman Filter, EKF)来实现仿生机器人的位姿自适应修正^[11],提高机器人定位和跟踪的稳定性和准确性。

3 仿真实验与结果分析

为了测试本文设计的控制算法在实现仿生机器人鲁棒性控制和位姿定位修正中的性能,进行仿真实验分析,实验的仿真平台为 Matlab 7,仿真场景如图 2 所示。双目视觉导航系统的测量精度范围为 0.025mm,对机器人位姿参量的动态跟踪频率为 30Hz,数字加速度计的测量范围为 $\pm 2/\pm 4/\pm 8g$,数字磁力计的灵敏度为 8 mGauss 12 位 ADC,对机器人位姿的采样周期为 0.02s, Kalman 滤波周期为 0.25s,机器人动作的俯仰角和偏摆角初始值分别为 $\Delta_1=5^\circ, \Delta_2=8^\circ$ 。



图 2 机器人控制仿真场景

根据上述仿真环境和参数设定,进行机器人定姿控制仿真分析,首先采用光学 CCD 双目视觉动态跟踪系统进行仿生机器人的末端位姿测量,得到采样数据,如图 3 所示。

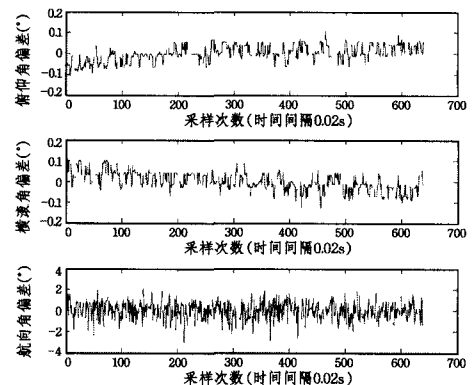


图 3 仿生机器人的末端位姿测量

以图 3 所示的仿生机器人的末端位姿参量数据为研究模型,进行仿生机器人的定姿控制,得到各个测量点的姿态跟踪控制几何参数,如表 1 所列。

表1 机器人的定姿跟踪几何参数

次数	左臂/mm	右臂/mm	左腿/mm	右腿/mm
1	136.650	276.320	148.543	450.687
2	136.743	276.335	148.665	450.688
3	160.021	276.236	148.578	450.676
4	160.023	276.285	148.568	450.376
5	136.945	276.516	148.644	450.678
6	136.767	276.713	148.231	450.690
7	136.726	276.520	148.226	450.988
8	136.765	276.628	148.043	450.987
9	160.365	276.403	148.665	450.586
10	160.083	276.189	148.179	450.797
平均值	136.967	276.408	148.765	450.664

分析表1结果可知,采用本文方法进行机器人姿态定位和跟踪时,对左臂姿态变换的定位精度的平均误差为3.453mm,标准方差为0.132;右臂姿态变换的定位精度的平均误差为2.332mm,标准方差为0.145;左腿姿态变换的定位精度的平均误差为2.432mm,标准方差为0.212;右腿姿态变换的定位精度的平均误差为1.543mm,标准方差为0.132。采用本文方法进行误差修正时总体上使得机器人的姿态平均定位误差提高了2.5倍,平均误差降低了12%。为了对比算法性能,采用本文方法和传统方法对机器人各个姿态角的控制精度进行对比,结果如图4所示。分析可知,采用本文方法进行仿生机器人控制时对机器人末端位姿参量的拟合误差较低,动态跟踪性能较好,鲁棒性较高。

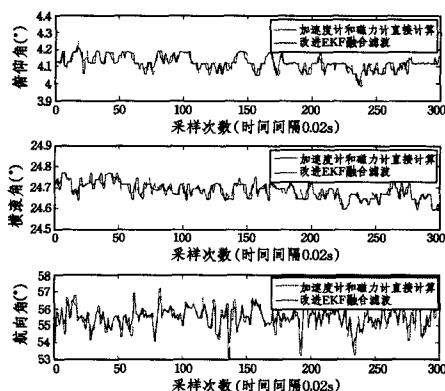


图4 控制精度对比

结束语 本文研究了仿生机器人的位姿定位和优化控制问题,提出了一种基于双目视觉导航的仿生机器人鲁棒控制算法。利用光学CCD双目视觉动态跟踪系统进行仿生机器人的末端位姿参量测量,建立被控对象的运动学模型和控制约束参量模型,在机器人的分层子维空间运动规划模型中进行位姿自适应修正,采用改进的EKF融合滤波进行控制参量优化解算,实现了仿生机器人的位姿自适应修正以及鲁棒性控制。由实验分析得知,本文方法对机器人末端位姿参量的拟合误差较低,动态跟踪性能较好,控制的鲁棒性较高。

参考文献

- [1] ZHANG M, CHEN W, CHEN L, et al. Photorefractive long period waveguide grating filter in lithium niobate strip waveguide[J]. Optical and Quantum Electronics, 2014, 35(46): 1529-1538.
- [2] ZHANG J X, WANG S T, DENG Z H, et al. A subspace transfer learning algorithm integrating heterogeneous features[J]. Acta Automatica Sinica, 2014, 40(2): 236-246. (in Chinese)
张景祥, 王士同, 邓赵红, 等. 融合异构特征的子空间迁移学习算法[J]. 自动化学报, 2014, 40(2): 236-246.
- [3] JIANG Y Z, CHUNG F L, WANG S T, et al. Collaborative fuzzy clustering from multiple weighted views[J]. IEEE Transactions on Cybernetics, 2015, 45(4): 688-701.
- [4] LI K, MI J. Research on Mechanical and Electrical Control Algorithm of Bionic Robot Based on Variable Structure PID[J]. Journal of Henan University of Engineering(Natural Science Edition), 2016, 28(2): 32-37. (in Chinese)
李可, 米捷. 基于变结构PID的仿生机器人机电控制算法[J]. 河南工程学院学报(自然科学版), 2016, 28(2): 32-37.
- [5] LI W P, ZHANG G L, YAO E L, et al. An Improved Loop Closure Detection Algorithm Based on the Constraint from Space Position Uncertainty[J]. ROBOT, 2016, 38(3): 301-310, 321. (in Chinese)
李维鹏, 张国良, 姚二亮, 等. 基于空间位置不确定性约束的改进闭环检测算法[J]. 机器人, 2016, 38(3): 301-310, 321.
- [6] XU F. Research on Robot Obstacle Avoidance and Path Planning Based on Improved Artificial Potential Field Method[J]. Computer Science, 2016, 43(12): 293-296. (in Chinese)
徐飞. 基于改进人工势场法的机器人避障及路径规划研究[J]. 计算机科学, 2016, 43(12): 293-296.
- [7] YANG L, FU Y, FU G P, et al. Running Gait Planning and Control for Humanoid Robot Based on Energy Efficiency Optimization[J]. Computer Science, 2016, 43(6): 270-275. (in Chinese)
杨亮, 傅瑜, 付根平, 等. 基于能效优化的仿人机器人跑步步态优化与控制[J]. 计算机科学, 2016, 43(6): 270-275.
- [8] ZHAO G R, HAN X, DU W J, et al. Fusion estimator with stochastic sensor gain degradation for uncertain systems[J]. Control and Decision, 2016, 31(8): 1413-1418. (in Chinese)
赵国荣, 韩旭, 杜闻捷, 等. 具有传感器增益退化的不确定系统融合估计器[J]. 控制与决策, 2016, 31(8): 1413-1418.
- [9] DOU H J, WANG Q L, ZHANG X. A Joint Estimation Algorithm of TDOA and FDOA Based on Wavelet Threshold Denoising and Conjugate Fuzzy Function[J]. JEIT, 2016, 38(5): 1123-1128. (in Chinese)
窦慧晶, 王千龙, 张雪. 基于小波阈值去噪和共轭模糊函数的时频差联合估计算法[J]. 电子与信息学报, 2016, 38(5): 1123-1128.
- [10] FUG P, YANG Y M, HUANG C L. Walking Pattern Optimization Based on Particle Swarm Optimization For Biped Robot[J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology (Natural Science), 2011, 39(Z2): 355-358. (in Chinese)
付根平, 杨宜民, 黄春林. 基于粒子群优化算法的双足机器人步态优化[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2011, 39(Z2): 355-358.
- [11] PAN J L, XIONG Z, WANG L N, et al. A Simplified UKF Algorithm for SINS/GPS/CNS Integrated Navigation System in Launch Inertial Coordinate System[J]. Acta Armamentarii, 2015, 36(3): 484-491. (in Chinese)
潘加亮, 熊智, 王丽娜, 等. 一种简化的发射系下SINS/GPS/CNS组合导航系统无迹Kalman滤波算法[J]. 兵工学报, 2015, 36(3): 484-491.
- [12] YE B Q, WANG Y. Research of Obstacle Avoidance Algorithm for Robot Based on Artificial Potential Field[J]. Journal of Chongqing University of Technology(Natural Science), 2012, 26(9): 82-85. (in Chinese)
叶彬强, 王一. 基于人工势场法的机器人避障算法[J]. 重庆理工大学学报(自然科学版), 2012, 26(9): 82-85.