

一种基于螺旋副的爬楼梯机器人设计

长沙市周南中学 谭昊轩

【摘要】移动机器人近来受到了越来越多的关注，而楼梯作为日常生活中很常见的一种障碍，顺利攀爬楼梯的能力对于机器人的移动性能具有重要意义。本文即针对移动机器人攀爬楼梯这一功能需求，结合螺旋副运动原理，将移动机器人划分为三个模块，通过螺旋副使之连接，并通过螺旋副的运动使得机器人能够实现攀爬楼梯的功能。所设计的机器人结构简单、并具有可扩展性，并且可以适应不同宽度的楼梯。

【关键词】爬楼梯机器人；螺旋副；模块化；可扩展

DOI:10.19353/j.cnki.dzsj.2018.02.061

1. 引言

随着科学技术水平的日益提升，以及人们对于高科技与日俱增的需求，机器人受到了越来越多人的关注。现在也有越来越多的机器人出现在了我们的日常生活中，机器人已经成为了现代生活不可或缺的一部分，以后也必将起到越来越重要的作用^{[1][2]}。楼梯是日常生活中常见的一类障碍，具有攀爬楼梯功能的机器人将在日常生活中具有更加广泛的应用。目前爬楼梯机器人主要分为行星轮式^[3]、四连杆式^[4]、变形轮式^[5]、六轮式^[6]等等形式。

本文首先介绍了机器人以及攀爬楼梯机器人研究意义及背景，接下来针对整体功能的实现进行了方案设计；然后采用螺旋副进行提升机构的设计，最后完成了攀爬机器人总体的设计，并进行了扩展性研究。

2. 攀爬机器人设计

2.1 整体方案设计

人攀爬楼梯的过程，是通过将人划分为左腿、身体、右腿三个部分，每个部分交替运动，进而实现攀爬楼梯的目的。移植到爬楼梯机器人的设计上，将机器人划分为三个模块。如图1所示，将机

器人划分为1、2、3三个部分，分别模仿人的左腿、身体、右腿三个部分。每个部分最下方为移动轮，在电机的驱动下可以转动，使得机器人前后移动。机器人最左侧第1部分和最右侧第3部分均可相对中间的第2部分上下移动。

攀爬楼梯过程：首先在提升机构的作用下，最右侧的第三部分提升，最左侧第一部分和中间的第二部分高度保持不变，如图（a）所示；在第三部分下方的轮子高度提升到台阶高度时，停止继续提升，接下来在第一部分和第二部分下方轮子的作用下，机器人向右运动，直到中间的第二部分靠近台阶处，如图（b）所示。接下来在左右两侧提升机构的作用下，中间的第二部分被提升，直到下方轮子到达台阶高度时停止，如图（c）所示；接下来在最左侧第一部分和最右侧第三部分下方轮子的驱动下，机器人整体向右运动，直到最左侧下方的轮子靠近楼梯台阶处，如图（d）所示。接下来最左侧第一部分在提升机构的带动下向上运动，直到第一部分下方轮子到达台阶的高度时停止提升，如图（e）所示；接下来在第二部分和第三部分下方轮子的驱动下，机器人整体向右移动，直到最右侧的第三部分到达下一个台阶处时停止运动，如图（f）所示。由此，从图1（a）到（f）的过程即实现了机器人攀爬一个楼梯台阶的功能，接下来只需要重复上述过程，即可继续实现攀爬台阶。

通过将机器人划分为三个部分，各部分之间协调分工运动，即实现了机器人攀爬楼梯和下楼梯的功能。接下来需要重点设计前述的提升机构，即可实现各部分向上和向下运动的机构。

2.2 提升机构设计

而我们通常采用电机进行驱动，电机的输出为连续的转动，而需要的提升机构要实现的功能为上下移动，采用螺旋副，并通过电机进行驱动，即可实现提升的功能。如图2所示，提升机构由电机、滑块、螺旋转轴组成。滑块即对应上述的螺母，螺旋转轴即对应上述的螺栓。螺旋转轴上下通过转动副M、N与机器人身体的某一个部分相连，滑块与机器人身体的另一个部分相连。螺旋转轴通过电机驱动旋转。由此可知在电机旋转的过程中，将带动滑块上下移动。此处假定转动副M、N是与图1中的中间第二部分相连，而滑块是与第三部分相连。在电机逆时针转动过程中滑块向上运动；电机顺时针转动过程中滑块向下运动。转动副M、N相连部分下方有轮子，滑块相连部分下

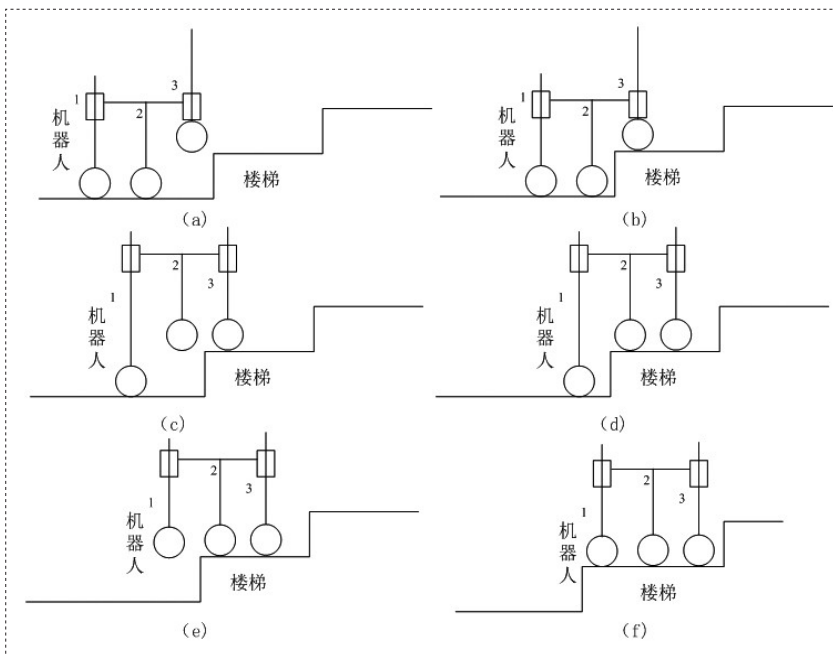


图1 攀爬楼梯过程示意图

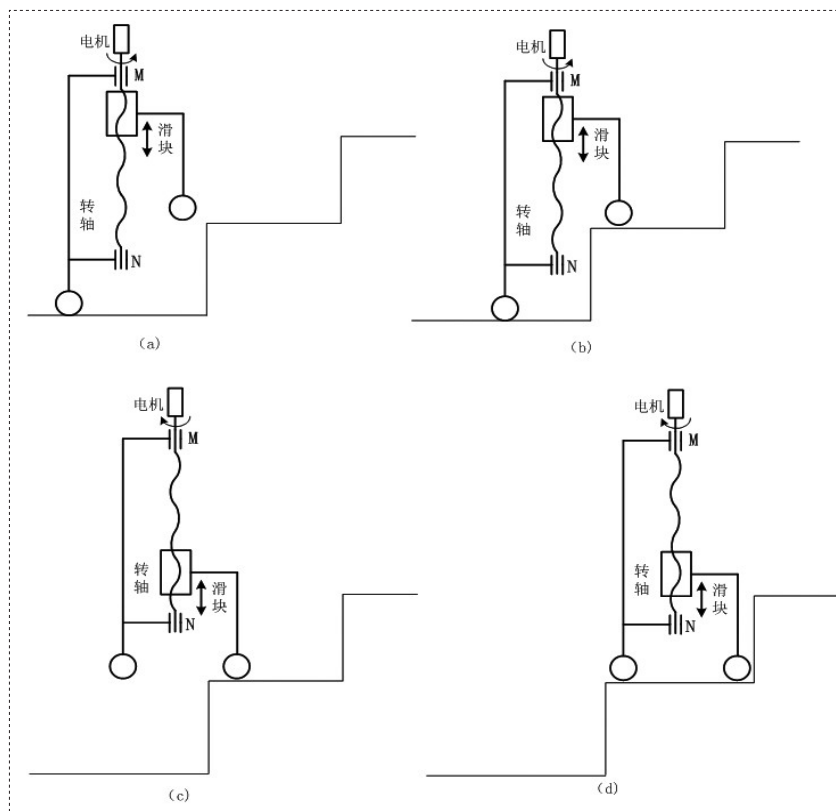


图2 提升机构及机器人爬楼梯过程

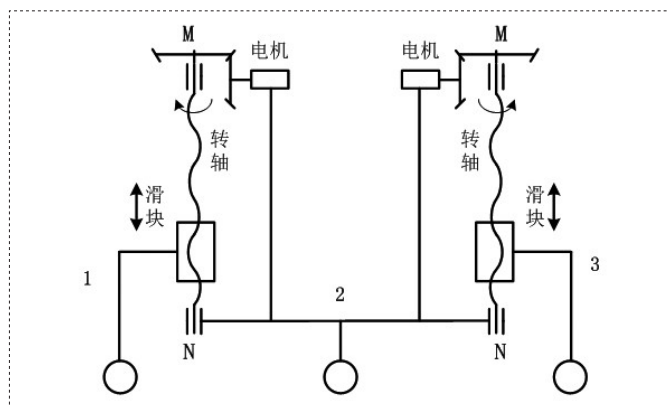


图3 攀爬机器人整体示意图

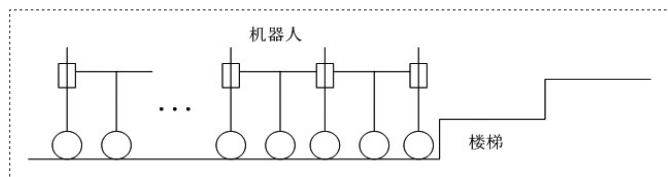


图4 扩展式攀爬机器人示意图

方有轮子。机器人运动到一台阶处。

电机逆时针转动,带动滑块向上移动,即使得机器人右半部分随着滑块整体向上移动,直至右半部分下方轮子达到台阶高度为止,如图2(a)所示。接下来在左半部分下方轮子的驱动下,机器人整体向右移动直至移动到台阶边缘处,如图2(b)所示。接下来电机顺时针转动,由于滑块已经位于台阶上,无法向下运动,根据运动的相对性及力的相互性,此时左半部分向上运动,直至左半部分下方轮子运动到台阶高度为止,如图2(c)所示。接下来在右半部分下方轮子的驱动

下,机器人整体向右移动,如图2(d)所示。上述即说明了机器人在提升机构的作用下攀爬台阶的过程。此过程对应图1(a)至(d)的过程。

2.3 机器人总体说明

如图3所示,机器人由左侧第一部分、中间第二部分、右侧第三部分组成。左侧第一部分与滑块相连,滑块与中间第二部分上左侧的转轴相连,通过电机即可控制滑块上下移动;右侧第三部分与滑块相连,滑块与中间第二部分上右侧的转轴相连,通过电机即可控制滑块上下移动。由此即实现了整体攀爬机器人的设计。

该机器人在提升机构的作用下,各部分分别向上运动,然后再向右运动,实现楼梯的攀爬功能。需要注意的是,在提升中间的第二部分时,左右两侧电机需要同时转动,同时给中间第二部分向上提升的作用力,避免只有一侧有作用力,使得机器人倾倒。

3. 机器人扩展设计

我们将机器人划分成了三个模块,原理上这种机器人可以实现楼梯的攀爬功能。但是也存在一个问题,就是如何台阶的宽度较小时,小到只能容纳下一个轮子的宽度,不能同时容纳下两个轮子的宽度,此时机器人就没法按照上述的过程进行楼梯的攀爬了。由此,我们针对上述机构进行了扩展设计,将机器人划分为更多的模块,各模块之间通过提升机构相连,如图4所示。机器人由很多个模块单元组成,各部分之间可以通过提升机构上下运动。在楼梯宽度较窄的情况下,可以由小的模块单元提升运动,机器人不同部分位于不同的台阶上。

4. 结论

本文设计了一种可以攀爬楼梯的机器人,即模仿人爬楼梯的过程,最终实现攀爬楼梯的功能,通过扩展设计,将机器人划分为更多更小的部分,可以进行较窄楼梯的攀爬。所设计的攀爬楼梯机器人结构简单,具有可扩展性,应用前景广泛。

参考文献

- [1]胡楠,杨松林.我国工业机器人技术现状与产业化发展战略[J].城市建设理论:电子版,2014,50(36):1-13.
- [2]王颖,孙翠磊,于淳,等.移动机器人综述[J].科学导报,2014(15).
- [3]童俊华.行星轮式爬楼梯机器人小车的研究[D].江西理工大学,2009.
- [4]王佳佳,唐雪梅,何小龙.四连杆爬楼梯机器人的改进和优化[J].机械工程师,2014(7):150-152.
- [5]杨萍,张阳阳.爬楼梯机器人的设计与动力学分析[J].机械制造,2016,54(8):15-18.
- [6]乔凤斌,杨汝清.六轮移动机器人爬楼梯能力分析[J].机器人,2004,26(4):301-305.
- [7]沈世德,徐学忠.机械原理(第2版)[M].机械工业出版社,2009.