



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105364938 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201510862846. 0

(22) 申请日 2015. 12. 01

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园 1 号

(72) 发明人 张林茂 宋九亚 张文增 徐向荣

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250

代理人 张建纲

(51) Int. Cl.

B25J 15/08(2006. 01)

B25J 17/00(2006. 01)

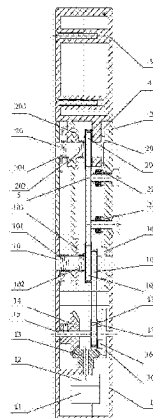
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

带轮式协同锁定联动自适应机器人手指装置

(57) 摘要

带轮式协同锁定联动自适应机器人手指装置,属于机器人手技术领域,包括电机、传动机构、多个指段、多个关节轴、多个关节簧件、多个联动簧件、腱绳、多个主动轮、多个从动轮、多个传动件、多个拨轮和多个拨动件。本发明装置利用电机、传动机构、拨动件、拨轮、主动轮、从动轮、传动件、拉绳件、腱绳和簧件综合实现自适应抓取和连续锁定多个关节的功能。该装置用于抓取物体,可以自动适应物体的形状、尺寸;抓取物体后可以采取锁定关节方式或不锁定方式;抓取过程快速稳定,抓取后锁定关节,防止手指回弹失稳,可以提供较大的抓取力;可锁定的关节角度是连续的;该装置结构简单,体积小,重量轻,控制容易,制造和维护成本低。



1. 一种带轮式协同锁定联动自适应机器人手指装置, 包括电机、减速器、第一传动机构、腱绳、拉绳件、 N 个指段、 $N-1$ 个关节轴、 $N-1$ 个关节轮和 $N-1$ 个关节簧件; 所述电机与第一个指段固接, 所述电机的输出轴和减速器的输入轴相连, 所述减速器的输出轴和第一传动机构的输入端相连; 所述第一传动机构的输出端与拉绳件相连, 所述拉绳件与腱绳的一端固接, 腱绳的另一端与最后一个指段固接; 所述拉绳件滑动或转动设置在第一指段中; 所述腱绳绕过所有关节轮, 腱绳穿过中间的所有指段; 所述第 i 个关节轴套设在第 i 个指段中, 所述第 $i+1$ 个指段套接在第 i 个关节轴上, 所述第 i 个关节轮套接在第 i 个关节轴上, 所述第 i 个关节簧件的两端分别连接第 i 个指段和第 $i+1$ 个指段; 所有所述关节轴相互平行; 其特征在于: 该装置包括拨动件、第二传动机构、 $N-2$ 个主动轮、 $N-2$ 个从动轮、 $N-2$ 个传动件、 $N-1$ 个拨轮和 $N-1$ 个联动簧件; 所述拨动件平动或转动设置在第一指段中, 所述第二传动机构的输入端与拨动件相连; 所述第二传动机构的输出端与第 1 个主动轮相连; 所述第 q 个主动轮套接在第 q 个关节轴上, 所述第 q 个从动轮套接在第 $q+1$ 个关节轴上, 所述第 q 个主动轮与第 q 个从动轮通过第 q 个传动件相连; 所述第 1 个联动簧件的两端分别连接第 1 个主动轮和第 1 个拨轮, 所述第 $q+1$ 个联动簧件的两端分别连接第 q 个从动轮和 $q+1$ 个拨轮; 所述第 i 个拨轮套接在第 i 个关节轴上, 第 i 个拨轮在转动过程中接触第 $i+1$ 个指段; 所述拉绳件在放绳运动过程中接触拨动件, 其中, N 为大于 2 的自然数, i 为 1、2……或 $N-1$, q 为 1、2……或 $N-2$ 。

2. 如权利要求 1 所述的带轮式协同锁定联动自适应机器人手指装置, 其特征在于: 所述的传动件采用传动带、链条或腱绳, 所述的主动轮采用带轮、链轮或绳轮, 所述的从动轮采用带轮、链轮或绳轮; 所述的传动件、主动轮和从动轮三者能够配合形成传动关系。

带轮式协同锁定联动自适应机器人手指装置

技术领域

[0001] 本发明属于机器人手技术领域,特别涉及一种带轮式协同锁定联动自适应机器人手指装置的结构设计。

背景技术

[0002] 机器人手是机器人的重要部件。机器人手可以从模仿人手与否分为拟人手和非拟人手,两类手都是目前机器人手领域研究的热点方向。由于人手自由度多,非常灵活,研制与人手相似的拟人机器人手具有很大的应用前景。目前的拟人抓取的机器人手分为工业夹持器、灵巧手和欠驱动手。

[0003] 拟人机器人手需要模仿人手的某些动作功能,实现按照所需顺序抓取、搬运不同形状和大小的物体。现有的工业夹持器功能简单,适用范围较小。现有的灵巧手有足够的关节和驱动器来完成各种精准动作,但是所用的驱动器多、传感控制复杂,出力小。而欠驱动手由于具有较好的自适应抓取性能成为近期的研究热点。带有自适应抓取性能的欠驱动手体积小、重量轻、出力大,在抓取物体的过程中可以自动适应物体的形状,控制简单,抓取稳定。

[0004] 已有的一种自适应抓取物体的机械手装置(发明专利 US2006129248A1),手指部分主要包括基座、三个指段、三个簧件、连杆和两根腱绳。抓取物体时,残疾人通过肩部运动拉动外部腱绳,拉动连杆,连杆的转动再拉动手指腱绳,腱绳使得手指伸直,待到物体靠近手掌,然后放松肩部,不再拉动外部腱绳,通过连杆和手指腱绳,放开对手指伸直的约束,手指各关节处的簧件将因为弹性使手指弯曲从而包络抓取物体。由于每个关节都具有簧件,手指在抓取物体的过程中可以配合物体形状按照相应角度弯曲,具有良好的自适应性。

[0005] 该装置不足之处在于:

[0006] 1) 该装置的簧件抓取力尽量大与伸直手指所用腱绳的拉力尽量小之间存在较大矛盾。为了保证抓取力较大,需要的簧件劲度系数较大,导致拉动腱绳伸直手指所需的拉力较大;若要腱绳伸直手指所需的拉力较小,采用较弱的簧件,则抓取力过小。

[0007] 2) 该装置难以提供更大范围的抓取力。该装置采用固定的簧件,提供的抓取力局限在固定的较小范围内;该装置在抓取物体过程中主要依靠簧件提供的抓取力,如果簧件比较弱,就无法利用与之相连的手臂的力量,在提取重物时会发生抓取失效,比如提取很沉重的行李箱时,一般采用臂部力量提取,但是手指要有足够的力量确保弯曲的构型。

[0008] 3) 过大劲度系数的簧件可能导致抓取物体时发生手指快速冲撞物体,从而导致挤跑物体的失稳现象。

[0009] 4) 该装置在振动环境下使用会有抓取失效的可能。

[0010] 已有的一种自锁气动欠驱动机器人手指装置,该装置具有自适应抓取功能,采用棘轮棘爪实现抓取过程中的自锁,并采用电机拉动棘爪实现解锁。

[0011] 该装置的不足之处在于:

[0012] 1) 该装置需要有推动力才能实现自适应弯曲。此推动力来自手指与物体的相对运

动：由物体挤压手指上的滑块，利用气力传动来推动下一指段弯曲。

[0013] 2) 该装置可锁定的关节角度是不连续的。由于棘轮的轮齿有一定的齿距，锁定不连续；如果齿距设计得较大会降低锁定精度，如果齿距设计得较小，则会降低齿高，影响锁定效果。

发明内容

[0014] 本发明的目的是为了克服已有技术的不足之处，提出一种带轮式协同锁定联动自适应机器人手指装置，该装置用于抓取物体，可以自动适应物体的形状、尺寸；抓取物体后可以采取锁定关节方式或不锁定方式；抓取后锁定关节，可以提供较大的抓取力，防止手指回弹失稳；可锁定的关节角度是连续的；该装置结构简单，重量轻，控制容易。

[0015] 本发明采用如下技术方案：

[0016] 本发明提供的一种带轮式协同锁定联动自适应机器人手指装置，包括电机、减速器、第一传动机构、腱绳、拉绳件、 N 个指段、 $N-1$ 个关节轴、 $N-1$ 个关节轮和 $N-1$ 个关节簧件；所述电机与第一个指段固接，所述电机的输出轴和减速器的输入轴相连，所述减速器的输出轴和第一传动机构的输入端相连；所述第一传动机构的输出端与拉绳件相连，所述拉绳件与腱绳的一端固接，腱绳的另一端与最后一个指段固接；所述拉绳件滑动或转动设置在第一指段中；所述腱绳绕过所有关节轮，腱绳穿过中间的所有指段；所述第 i 个关节轴套设在第 i 个指段中，所述第 $i+1$ 个指段套接在第 i 个关节轴上，所述第 i 个关节轮套接在第 i 个关节轴上，所述第 i 个关节簧件的两端分别连接第 i 个指段和第 $i+1$ 个指段；所有所述关节轴相互平行；其特征在于：该装置包括拨动件、第二传动机构、 $N-2$ 个主动轮、 $N-2$ 个从动轮、 $N-2$ 个传动件、 $N-1$ 个拨轮和 $N-1$ 个联动簧件；所述拨动件平动或转动设置在第一指段中，所述第二传动机构的输入端与拨动件相连；所述第二传动机构的输出端与第 1 个主动轮相连；所述第 q 个主动轮套接在第 q 个关节轴上，所述第 q 个从动轮套接在第 $q+1$ 个关节轴上，所述第 q 个主动轮与第 q 个从动轮通过第 q 个传动件相连；所述第 1 个联动簧件的两端分别连接第 1 个主动轮和第 1 个拨轮，所述第 $q+1$ 个联动簧件的两端分别连接第 q 个从动轮和 $q+1$ 个拨轮；所述第 i 个拨轮套接在第 i 个关节轴上，第 i 个拨轮在转动过程中接触第 $i+1$ 个指段；所述拉绳件在放绳运动过程中接触拨动件，其中， N 为大于 2 的自然数， i 为 1、2……或 $N-1$ ， q 为 1、2……或 $N-2$ 。

[0017] 本发明所述的带轮式协同锁定联动自适应机器人手指装置，其特征在于：所述的传动件采用传动带、链条或腱绳，所述的主动轮采用带轮、链轮或绳轮，所述的从动轮采用带轮、链轮或绳轮；所述的传动件、主动轮和从动轮三者能够配合形成传动关系。

[0018] 本发明与现有技术相比，具有以下优点和突出性效果：

[0019] 本发明装置利用电机、传动机构、拨动件、拨轮、主动轮、从动轮、传动件、拉绳件、腱绳和簧件综合实现了自适应抓取和连续锁定多个关节的功能。该装置用于抓取物体，可以自动适应物体的形状、尺寸，适应能力强；抓取物体后可以采取锁定关节方式或不锁定方式，特别对不同材质、重量的物体具有很强的适应能力；抓取过程快速稳定，抓取后锁定关节，一方面防止手指回弹失稳，使得抓取物体时不会出现冲撞物体、挤跑物体；另一方面，可以提供较大的抓取力，锁定后的手指装置可近似看做一个刚体，其承载力方面能够更好地匹配与之相连的手臂装置，实施对比较沉重物体（比如行李箱）的提取；可锁定的关节角度

是连续的；该装置结构简单，体积小，重量轻，控制容易，制造和维护成本低。

附图说明

[0020] 图 1 是本发明提供的带轮式协同锁定联动自适应机器人手指装置的一种实施例的正面剖视图。

[0021] 图 2 是图 1 所示实施例的正面外观图。

[0022] 图 3 是图 1 所示实施例的反面外观图。

[0023] 图 4 是图 1 所示实施例的左侧面外观图。

[0024] 图 5 是图 1 所示实施例的右侧面外观图。

[0025] 图 6 是图 1 所示实施例的主要组成件爆炸视图。

[0026] 图 7 是图 1 所示实施例的运动传递链组成关系视图。

[0027] 图 8 至图 11 是拉绳件和拨动件之间运动关系的可实施方式的示意图。

[0028] 图 12 至图 14 是所示实施例自适应抓取物体的外观图。

[0029] 图 15 至图 17 是所示实施例自适应抓握大尺寸形状不规则物体的外观图。

[0030] 图 18 至图 21 是所示实施例主动锁定自适应抓取重物（本实施例图示中重物为较重的行李箱）的示意图。

[0031] 图 22 至是图 24 是所示实施例自适应抓取物体过程中拨动件与手指相对位置关系的结构示意图。

[0032] 图 25 至是图 29 是所示实施例自适应抓取物体完成后主动锁定过程中拨动件、主动轮、从动轮与手指间位置关系的结构示意图。

[0033] 图 22 至图 24 和图 25 至图 29 为去除第一指段一侧板、第二指段同一侧板件、螺钉等紧固件并做相应视图简化处理的结构关系示意图。图中剖面线处理结构为所述第一拨轮和第二拨轮；图中过第一关节轴心、第二关节轴心处加粗点画线表示套接在相应关节轴上的主动轮和从动轮；图中用波浪线表示的结构为第三簧件和第四簧件在其连接零件发生相对运动时的变形结构表示。

[0034] 在图 1 至图 29 中：

[0035] 1 - 第一指段， 10 - 第一关节轴， 101 - 第一簧件， 102 - 第三簧件，

[0036] 103 - 第一拨轮， 104 - 主动轮， 105 - 第一绳轮， 106 - 第二传动机构输出轮，

[0037] 11 - 电机， 12 - 减速器， 13 - 主动锥齿轮， 14 - 从动锥齿轮，

[0038] 15 - 传动轴， 16 - 拉绳件， 161 - 拉绳件拨块， 17 - 拨动件，

[0039] 171 - 拨动件拨块，

[0040] 2 - 第二指段， 20 - 第二关节轴， 201 - 第二簧件， 202 - 第四簧件，

[0041] 203 - 第二拨轮， 204 - 从动轮， 205 - 第二绳轮， 21 - 第一辅助绳轮，

[0042] 22 - 第二辅助绳轮，

[0043] 3 - 第三指段，

[0044] 31 - 物体， 32 - 支承面 33 - 手提箱， 331 - 抓取手柄，

[0045] 4 - 腱绳， 5 - 传动带， 6 - 第二传动机构传动带。

具体实施方式

[0046] 下面结合附图及实施例进一步详细说明本发明的具体结构、工作原理及工作过程。

[0047] 本发明提供的带轮式协同锁定联动自适应机器人手指装置,包括电机、减速器、第一传动机构、腱绳、拉绳件、N个指段、N-1个关节轴、N-1个关节轮和N-1个关节簧件;所述电机与第一个指段固接,所述电机的输出轴和减速器的输入轴相连,所述减速器的输出轴和第一传动机构的输入端相连;所述第一传动机构的输出端与拉绳件相连,所述拉绳件与腱绳的一端固接,腱绳的另一端与最后一个指段固接;所述拉绳件滑动或转动设置在第一指段中;所述腱绳绕过所有关节轮,腱绳穿过中间的所有指段;所述第i个关节轴套设在第i个指段中,所述第i+1个指段套接在第i个关节轴上,所述第i个关节轮套接在第i个关节轴上,所述第i个关节簧件的两端分别连接第i个指段和第i+1个指段;所有所述关节轴相互平行;其特征在于:该装置包括拨动件、第二传动机构、N-2个主动轮、N-2个从动轮、N-2个传动件、N-1个拨轮和N-1个联动簧件;所述拨动件平动或转动设置在第一指段中,所述第二传动机构的输入端与拨动件相连;所述第二传动机构的输出端与第1个主动轮相连;所述第q个主动轮套接在第q个关节轴上,所述第q个从动轮套接在第q+1个关节轴上,所述第q个主动轮与第q个从动轮通过第q个传动件相连;所述第1个联动簧件的两端分别连接第1个主动轮和第1个拨轮,所述第q+1个联动簧件的两端分别连接第q个从动轮和q+1个拨轮;所述第i个拨轮套接在第i个关节轴上,第i个拨轮在转动过程中接触第i+1个指段;所述拉绳件在放绳运动过程中接触拨动件,其中,N为大于2的自然数,i为1、2……或N-1,q为1、2……或N-2。

[0048] 本发明所述的带轮式协同锁定联动自适应机器人手指装置,其特征在于:所述的传动件采用传动带、链条或腱绳,所述的主动轮采用带轮、链轮或绳轮,所述的从动轮采用带轮、链轮或绳轮;所述的传动件、主动轮和从动轮三者能够配合形成传动关系。

[0049] 本实施例中,取 $N = 3$ 。

[0050] 本实施例中,所述的传动件采用传动带,所述的主动轮采用带轮,所述的从动轮采用带轮;所述的传动件、主动轮和从动轮三者能够配合形成带轮传动关系。

[0051] 下面给出实施例进行详细说明。

[0052] 本发明设计的带轮式协同锁定联动自适应机器人手指装置的一种实施例,如图1、图2、图3、图4、图5和图6所示,包括电机11、减速器12、第一传动机构、腱绳4、拉绳件16、第一指段1、第二指段2、第三指段3、第一关节轴10、第二关节轴20、第一绳轮105、第二绳轮205、第一辅助绳轮21、第二辅助绳轮22、第一簧件101和第二簧件201;所述电机11与第一指段1固接,所述电机11的输出轴和减速器12的输入轴相连,所述减速器12的输出轴和第一传动机构的输入端相连;所述第一传动机构的输出端与拉绳件16相连,所述拉绳件16与腱绳4的一端固接,腱绳4的另一端与第三指段3固接;所述拉绳件16滑动或转动设置在第一指段1中;所述腱绳4绕过所有关节轮(第一绳轮105和第二绳轮205)和所有辅助绳轮(第一辅助绳轮21和第二辅助绳轮22),腱绳4穿过第一指段1、第二指段2、第三指段3;所述第一关节轴10套设在第一指段1中,所述第二指段2套接在第一关节轴10上,所述第二关节轴20套设在第二指段2中,所述第三指段3套接在第二关节轴20上,所述第一绳轮105套接在第一关节轴10上,所述第二绳轮205套接在第二关节轴20上,所述第一簧件101的两端分别连接第一指段1和第二指段2,所述第二簧件201的两端分别连接

第二指段 2 和第三指段 3 ;所述第一关节轴 10 和第二关节轴 20 相互平行 ;该装置还包括拨动件 17、第二传动机构、主动轮 104、从动轮 204、传动带 5、第一拨轮 103、第二拨轮 203、第三簧件 102 和第四簧件 202 ;所述拨动件 17 平动或转动设置在第一指段 1 中,所述第二传动机构的输入端与拨动件 17 相连 ;所述第二传动机构的输出端(本实施例中为第二传动机构输出轮 106)与主动轮 104 相连 ;所述主动轮 104 套接在第一关节轴 10 上,所述从动轮 204 套接在第二关节轴 20 上,所述主动轮 104 与从动轮 204 通过传动带 5 相连 ;所述第三簧件 102 的两端分别连接主动轮 104 和第一拨轮 103,所述第四簧件 202 的两端分别连接从动轮 204 和第二拨轮 203 ;所述第一拨轮 103 套接在第一关节轴 10 上,第一拨轮 103 在转动过程中接触第二指段 2 ;所述第二拨轮 203 套接在第二关节轴 20 上,第二拨轮 203 在转动过程中接触第三指段 3 ;所述拉绳件 16 在放松腱绳 4 运动过程中接触并推动拨动件 17,使拨动件 17 向锁定指段的方向运动。

[0053] 本实施例中,所述第一簧件 101、第二簧件 201、第三簧件 102 和第四簧件 202 均为扭簧 ;拉绳件 16 为固接拉绳件拨块 161 的绕线筒,拨动件 17 为固接拨动件拨块 171 的带轮。

[0054] 本实施例中,所述第一传动机构包括主动锥齿轮 13、从动锥齿轮 14 和传动轴 15 ;所述传动轴 15 套设在第一指段 1 中,所述拉绳件 16 套接在传动轴 15 上,所述腱绳 4 的一端固接在拉绳件 16 的外缘 ;所述第二传动机构采用带轮传动机构,包括第二传动机构传动带 6 和第二传动机构输出轮 106。

[0055] 本实施例中,所述腱绳 4 依次绕过第一绳轮 105、第一辅助绳轮 21、第二辅助绳轮 22 和第二绳轮 205 并穿过第一指段 1、第二指段 2、第三指段 3 ;所述第一辅助绳轮 21、第二辅助绳轮 22 均转动套设在第二指段 2 中。

[0056] 本实施例中,所述拨动件 17 转动设置在第一指段 1 中,轴向中心线和拉绳件 16 的轴向中心线重合,所述拨动件 17 上固接的拨动件拨块 171 和与拉绳件 16 上固接的拉绳件拨块 161 设置在拨动件 17 和拉绳件 16 之间的一侧。

[0057] 图 8 至图 11 主要表达了拉绳件 16 和拨动件 17 的几种实施方式。其中位置 E 和位置 F 分别为拉绳件 16 上固接的拉绳件拨块 161 和拨动件 17 上固接的拨动件拨块 171 的初始接触位置 ;当拉绳件拨块 161 由位置 E 运动到位置 E1 时,为拉紧腱绳 4 的过程,位置 E1 处腱绳 4 完全拉紧,此时手指处于完全伸直状态,此过程拨动件拨块 171 位置 F1 仍在位置 F 处 ;当拉绳件拨块 161 从位置 E1 反向运动到 E 时,腱绳 4 由完全拉紧至完全放松状态,拉绳件拨块 161 和拨动件拨块 171 开始接触。接着从位置 E 向位置 E2 的运动中,拉绳件 16 通过拉绳件拨块 161 推动拨动件拨块 171 并带动拨动件 17 运动,经由第二传动机构将运动传递给主动带 104、从动带 204 等部件,最终实现主动锁定第二指段 2 和第三指段 3,此过程中拨动件拨块 171 由位置 F1 运动至 F2,位置 F2 为锁定状态。

[0058] 本实施例的拉绳件 16 和拨动件 17 主要采用图 11 所示的实施方式。

[0059] 结合附图介绍本实施例的工作原理如下 :

[0060] 电机 11 转动,减速器 12 转动,主动锥齿轮 13 转动,从动锥齿轮 14 转动,基座传动轴 15 转动,拉绳件 16 转动,腱绳 4 被拉紧,第二指段 2、第三指段 3 分别向伸直方向转动,手指由弯曲状态被拉伸至完全伸直状态,准备抓取物体。

[0061] 待到物体 31 靠近手指,需要抓取物体 31 时,电机 11 反转,拉绳件 16 反转,腱绳 4

被放松,第一簧件 101、第二簧件 201 分别使得第二指段 2、第三指段 3 各自均向抓取物体方向转动,手指逐渐弯曲。

[0062] 在有待抓取的物体 31 的情况下,手指弯曲并包络抓取物体 31,由于第一簧件 101、第二簧件 201 的变形可以是连续的,对不同形状、尺寸物体都可以包络抓取,即达到自适应抓取效果。(在没有抓取物体的情况下,当腱绳 4 被完全放松后手指完全弯曲成握紧状态。)

[0063] 此时,电机 11 继续反转,至腱绳 4 完全放松状态,此过程中手指外观或结构图见图 12 至图 14、图 15 至图 17 和图 22 至图 24。

[0064] 之后,电机 11 继续反转,拉绳件 16 通过拉绳件拨块 161 接触拨动件拨块 171 并带动拨动件 17 作同向转动,拨动件 17 通过第二传动机构带动主动轮 104 转动,通过传动带 5 带动从动轮 204 转动。

[0065] 图 25 至图 29 表示了拉绳件拨块 161 在接触拨动件拨块 171 的初始状态下,在第一拨轮作用面与第二指段接触端面夹角 α 小于第二拨轮作用面与第三指段接触端面夹角 β 的情况下完成锁定过程中各主要结构的位置关系。

[0066] 首先传动带 5 带动主动轮 104、从动轮 204 同步转动,在第一拨轮 103、第二拨轮 203 均未接触相应指段时,在第三簧件 102 和第四簧件 202 的限制下,拨轮将与主动轮 104、从动轮 204 同步转动;在第一拨轮 103 接触并压紧在第二指段 2 上且第二拨轮 203 尚未接触第三指段 3 的过程中,第二指段 2 完成锁定,此时第三指段尚未锁定,主动带 104 仍将继续转动,从动轮 204 与第二拨轮 203 同步转动,第三簧件 102 形变不断增加,第四簧件 202 仍保持联动时所需初始较小变形,图中忽略此变形;当第二拨轮 203 也运动至接触并压紧在第三指段 3,第三指段 3 锁定完成,此过程中第三簧件 102 形变继续增大,第二指段的抓持力(锁紧力)也不断增大,实现了手指更稳定的抓取。

[0067] 主动轮 104 和从动轮 204 分别带动第一拨轮 103、第二拨轮 203 先后压紧在第二指段 2、第三指段 3 上停止转动从而完成锁定该指段。第三簧件 102 和第四簧件 202 变形使得第一拨轮 103 与从动轮 104、第二拨轮 203 与从动轮 204 之间产生很大的弹力,使得第一拨轮 103、第二拨轮 203 分别可靠压紧在第二指段 2、第三指段 3 上,所有指段很难接着转动或者回弹,这样就形成了锁定手指关节的效果。

[0068] 本实施例的工作过程如图 12 至图 21 所示,表达了本实施例的抓取不同形状、尺寸和重量的情况,叙述如下:

[0069] 第一种情况如图 12、图 13 和图 14 所示,为抓取较小尺寸物体的过程中手指的外观示意图。首先,拉动腱绳 4 使手指伸直,接着移动手指使其靠近物体;放松腱绳 4,手指逐渐弯曲,第一指段 1 和第二指段 2 先后接触到物体,之后第一簧件 101 不再回复,第一关节轴 10 停止转动;当第三指段 3 完全接触到物体后,整个手指装置便自适应地完成了抓取物体过程。由于物体的体积较小,质量也较小,所以此时不需使用锁定功能也能实施稳定可靠的抓取任务。

[0070] 第二种情况如图 15、图 16 和图 17 所示,为不规则形状物体抓取过程。本情况的抓取过程与第一种情况基本类似,且物体也相对轻便小巧,可以使用锁定功能也可以不使用,两种选择都能达到较好的效果。

[0071] 第三种情况如图 18、图 19、图 20 和图 21 所示,为抓取重量较大物体(本实施例中采用带有抓取手柄 331 的较重行李箱 33)并移动的过程。抓取过程与第一类基本相似,但

在这种情况下需要使用锁定功能。当手指已经包络物体以后,接着放松腱绳 4;当腱绳 4 完全放松后便可接着带动拨动件 17 同向转动,最终通过第一拨轮 103 和第二拨轮 203 主动锁定两个指段。通过自适应抓取加多关节主动锁定两个过程,使得手指可以抓取较重物体,且抓取过程快速、稳定。

[0072] 本发明装置利用电机、传动机构、拨动件、拨轮、主动轮、从动轮、传动件、拉绳件、腱绳和簧件综合实现自适应抓取和连续锁定多个关节的功能。该装置用于抓取物体,可以自动适应物体的形状、尺寸,适应能力强;抓取物体后可以采取锁定关节方式或不锁定方式,特别对不同材质、重量的物体具有很强的适应能力;抓取过程快速稳定,抓取后锁定关节,一方面防止手指回弹失稳,使得抓取物体时不会出现冲撞物体、挤跑物体;另一方面,可以提供较大的抓取力,锁定后的手指装置可近似看做一个刚体,其承载力方面能够更好地匹配与之相连的手臂装置,实施对比较沉重物体(比如行李箱)的提取;可锁定的关节角度是连续的;该装置结构简单,体积小,重量轻,控制容易,制造和维护成本低。

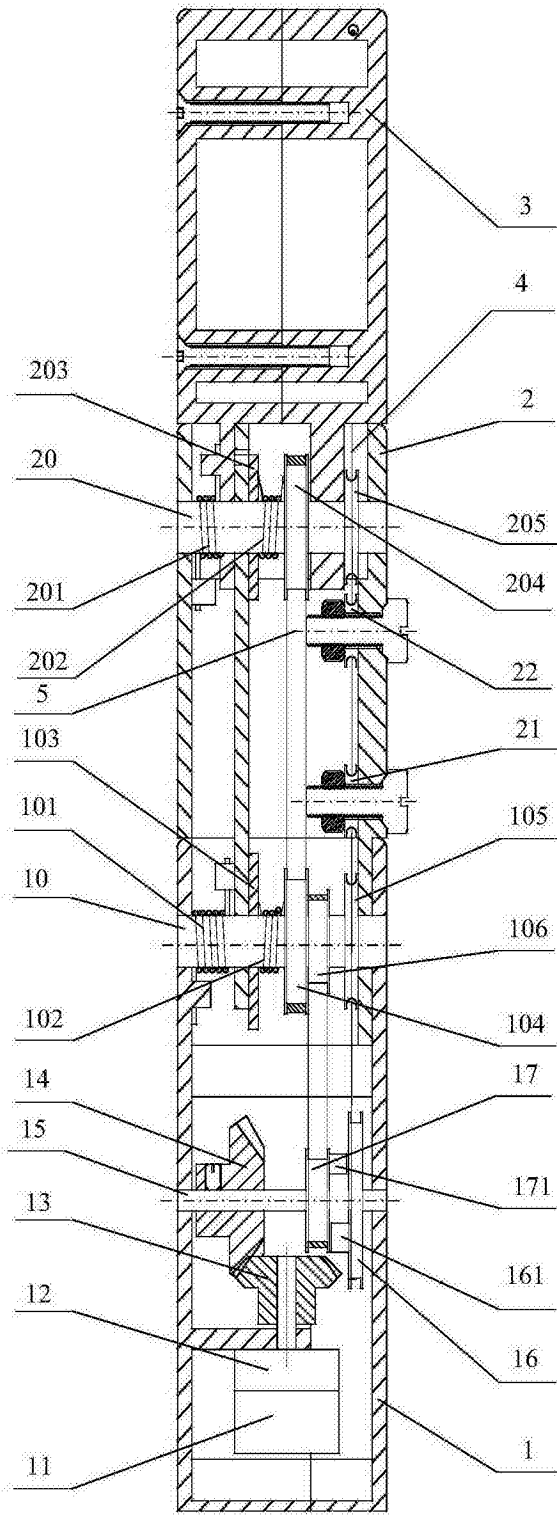


图 1

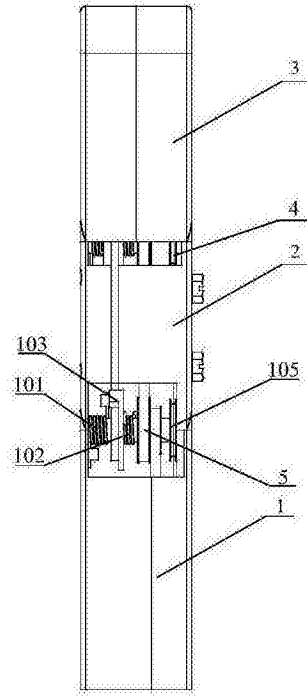


图 2

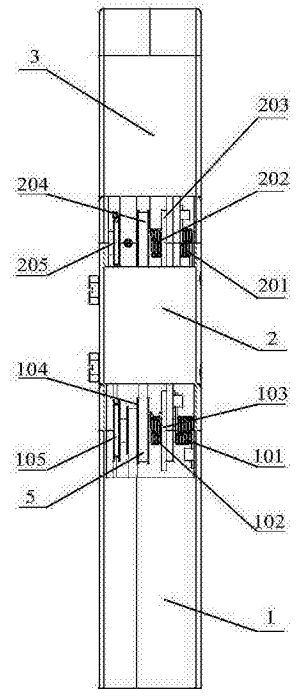


图 3

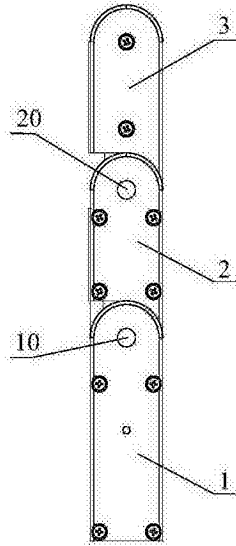


图 4

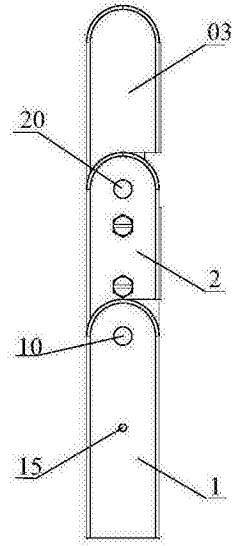


图 5

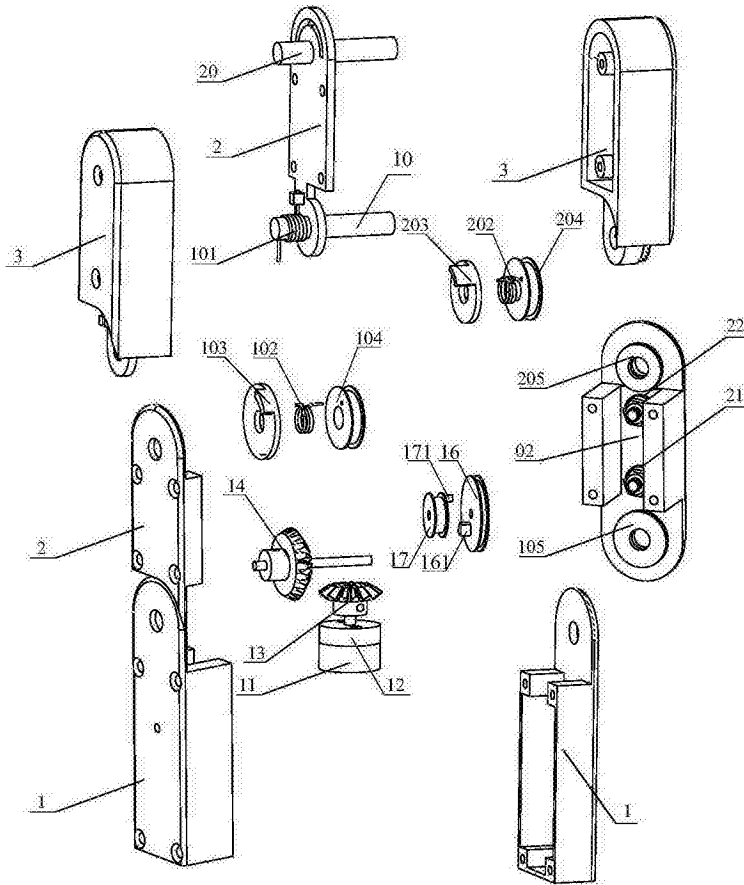


图 6

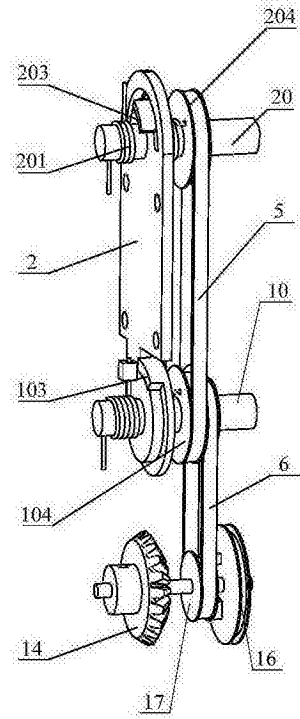


图 7

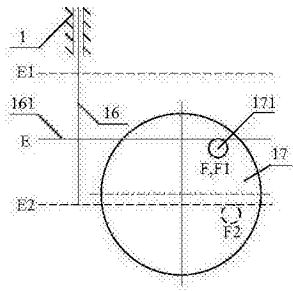


图 8

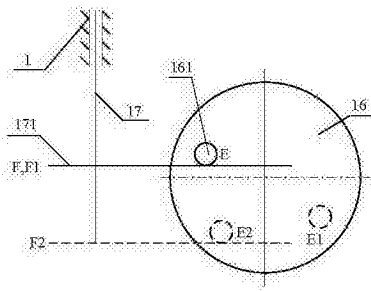


图 9

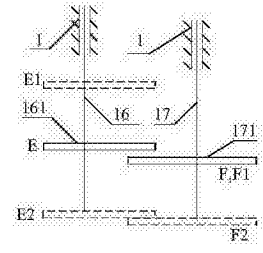


图 10

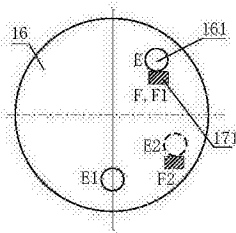


图 11

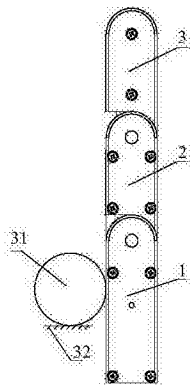


图 12

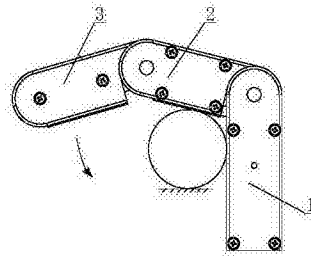


图 13

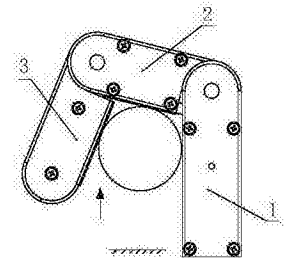


图 14

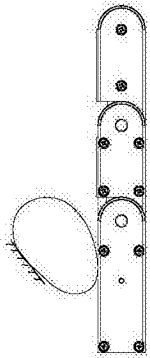


图 15

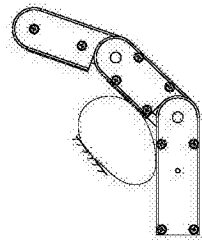


图 16

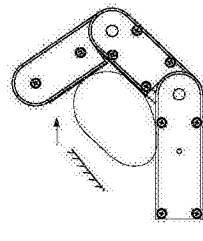


图 17

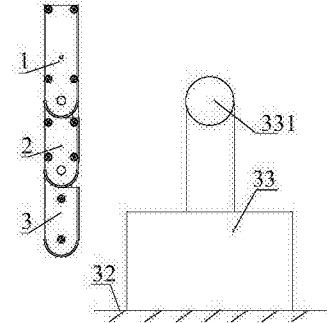


图 18

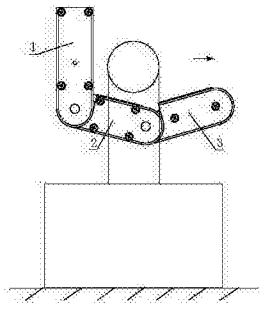


图 19

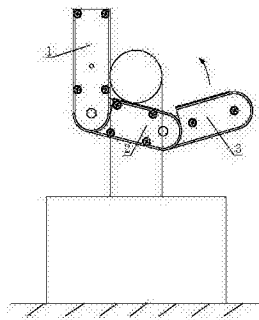


图 20

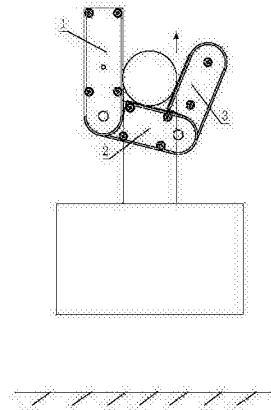


图 21

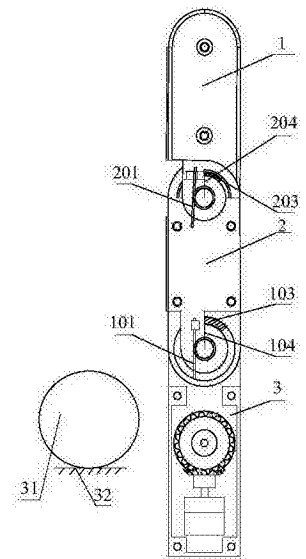


图 22

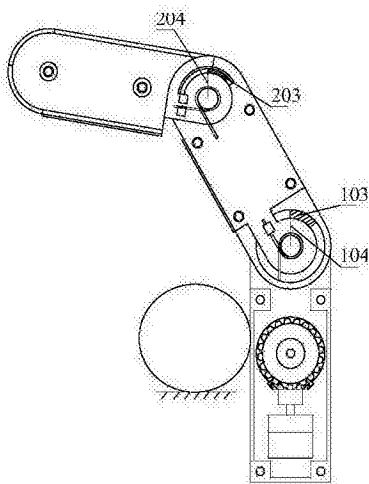


图 23

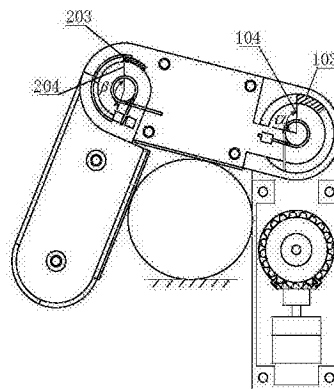


图 24

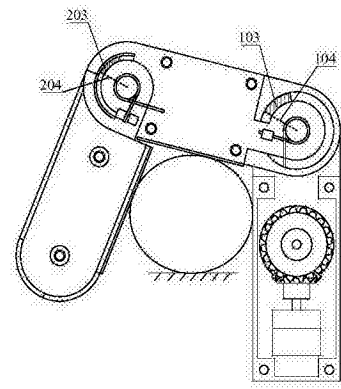


图 25

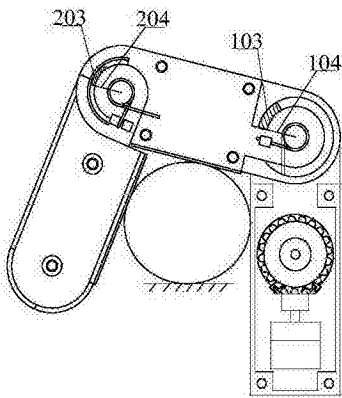


图 26

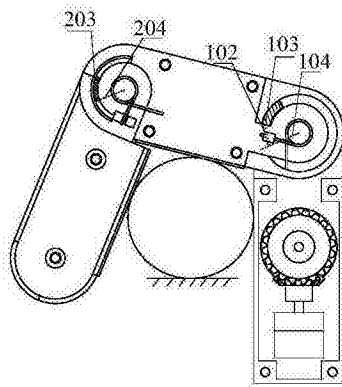


图 27

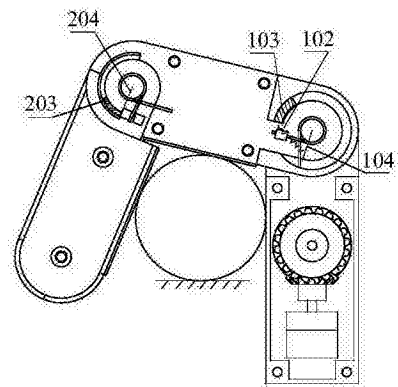


图 28

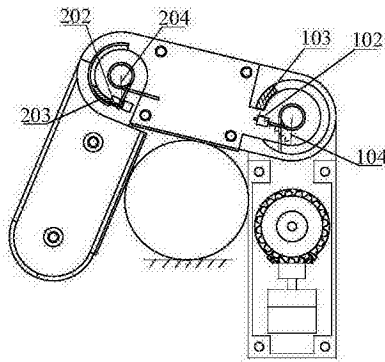


图 29