



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104116598 B

(45)授权公告日 2017.02.15

(21)申请号 201410393979.3

(22)申请日 2014.08.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104116598 A

(43)申请公布日 2014.10.29

(73)专利权人 宋扬

地址 200031 上海市徐汇区复兴中路1199号B幢2106室

专利权人 金会庆 上海申馨产业有限公司
金来

(72)发明人 宋扬 金会庆 金来 徐兆红

(74)专利代理机构 上海智力专利商标事务所
(普通合伙) 31105

代理人 周涛

(51)Int.Cl.

A61G 7/00(2006.01)

A61G 7/05(2006.01)

(56)对比文件

CN 101301250 A,2008.11.12,

CN 103750975 A,2014.04.30,

US 2005021182 A1,2005.01.27,

宋爱国.力觉临场遥感操作机器人(1):技术发展
与现状.《南京信息工程大学学报:自然科学版》.
2013,第5卷(第1期),第2-4页第2节,第14-15
页第8节,图2-3.

李会军,宋爱国.上肢康复训练机器人的研究
进展及前景.《机器人技术与应用》.2006,(第4
期),全文.

审查员 刘杨

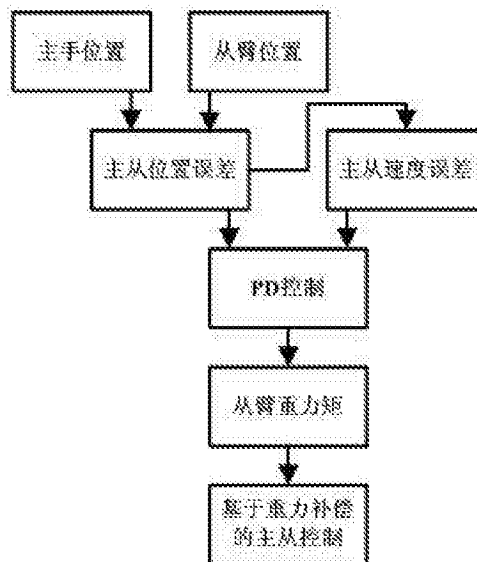
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

机器人护理床、力觉康复系统及其主从控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种机器人护理床、力觉康复系统及其主从控制方法。力觉康复系统包括：主操作手，用于供患者操作；从操作臂，用于操作训练物；控制器，与主操作手和从操作手连接，控制器根据主操作手的位置信息控制从操作臂操作训练物，并将从操作臂上的操作力反馈给主操作手以便患者感知操作力。本发明基于主操作手和从操作手之间的力反馈控制机理，通过人机交互，建立力觉康复控制系统，操作方便，实时性强，系统安全可靠，可应用于远程康复和数字化康复。



1. 一种力觉康复系统的主从控制方法,其中该力觉康复系统包括:主操作手,用于供患者操作;从操作臂,用于操作训练物;控制器,与所述主操作手和所述从操作臂连接,所述控制器根据所述主操作手的位置信息控制所述从操作臂操作所述训练物,并将所述从操作臂上的操作力反馈给所述主操作手以便所述患者感知所述操作力;所述从操作臂包括多自由度机械臂控制器和力传感器,所述力传感器用于获取所述操作力,所述主操作手是多自由度力反馈装置,其特征在于,所述力觉康复系统的主从控制方法包括以下步骤:

步骤1,检测主操作手的第一末端的第一位置和从操作臂的第二末端的第二位置;

步骤2,根据所述第一位置和所述第二位置之间的位置误差,计算所述第一末端与所述第二末端之间的位置误差;

步骤3,根据所述第一末端与所述第二末端之间的位置误差和采样周期,计算所述第一末端与所述第二末端之间的速度误差;

步骤4,根据所述第一末端与所述第二末端之间的位置误差、所述速度误差和重力补偿,确定PD控制策略;

步骤5,调整所述重力补偿,对所述主操作手和所述从操作臂进行零重力实时跟踪控制。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述重力补偿是所述从操作臂的重力矩向量。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述PD控制策略由下式表达:

$$\tau = K_p ES_{ms} + K_d EV_{ms} + G(q)$$

其中, τ 为控制力矩; $G(q)$ 为重力补偿; K_p 和 K_d 为PD参数; ES_{ms} 为位置误差; EV_{ms} 为速度误差。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述重力矩向量是根据所述从操作臂的势能得到的。

5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,在机器人护理床中, $G(q)=1$ 。

6. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,在机器人护理床中, $K_p = 100K_d = 120$ 。

机器人护理床、力觉康复系统及其主从控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械领域,特别涉及一种机器人护理床、力觉康复系统及其主从控制方法。

背景技术

[0002] 随着科技与经济的高速发展,生活水平的提高,人类寿命不断延长,我国人口快速步入老龄化社会。人口老龄化使得养老护理日益成为社会和家庭所面临的突出问题。特别是卧床全失能、半失能老人,护理压力非常大。在针对这些人群的护理中,正确、舒适的护理方式和智能移动辅助器具不仅可以大大增强患者机体的活性,还可以减轻护理人员的工作量和负担。

[0003] 机器人护理床是一种新型移动辅助器具,它由轮椅和床体两部分组成,两部分可以进行分离和合体。轮椅和床体分离后,轮椅部分可以作为智能轮椅单独使用,具有代步功能。轮椅和床体合体后,可以作为机器人护理床使用。人口老龄化的加快,中风病人越来越多。当病患经历了中风、帕金森氏病、大脑性麻痹等一系列的运动神经伤害后,往往也会失去运动的能力。为了更好的让中风患者尽早康复,神经运动康复训练机器人可应用于机器人护理床。

[0004] 神经运动康复需要运动技能的学习或再学习。运动技能的学习或再学习是一个囊括了竞争运动控制理论、训练技术和人机接口问题等诸多方面的复杂问题。神经运动康复治疗机器人较出名的有美国麻省理工学院研制的一种帮助中风患者康复治疗的机器人 MIT-MANUS。病人的手臂按计算机屏幕上规划好的特定轨迹运动,屏幕上显示出虚拟的机器人操作杆的运动轨迹,病人通过调整手臂的运动可以使两条曲线尽量重合,从而达到康复治疗的目的。这种基于虚拟环境的康复训练系统大多数强调视觉反馈,而力觉反馈康复效果更好,因为力触觉信息是主动的,是作用与反馈同时存在的。目前,国内外力觉康复主要是基于虚拟现实系统来激励患者积极主动地参与康复训练。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种结构简单、可通过数字化方式使患者进行力觉训练以帮助患者重建触觉神经系统的机器人护理床、力觉康复系统及其主从控制方法,以

[0006] 为解决上述技术问题,作为本发明的第一个方面,提供了一种力觉康复系统,包括:主操作手,用于供患者操作;从操作臂,用于操作训练物;控制器,与主操作手和从操作臂连接,控制器根据主操作手的位置信息控制从操作臂操作训练物,并将从操作臂上的操作力反馈给主操作手以便患者感知操作力。

[0007] 进一步地,从操作臂包括多自由度机械臂控制器和力传感器,力传感器用于获取操作力。

[0008] 进一步地,主操作手是多自由度力反馈装置。

[0009] 作为本发明的第二个方面,提供了一种机器人护理床,其特征在于,包括上述的力

觉康复系统。

[0010] 作为本发明的第三个方面,提供了一种力觉康复系统的主从控制方法,包括:步骤1,检测主操作手的第一末端的第一位置和从操作臂的第二末端的第二位置;步骤2,根据第一位置和第二位置之间的位置误差,计算第一末端与第二末端之间的位置误差;步骤3,根据第一末端与第二末端之间的位置误差和采样周期,计算第一末端与第二末端之间的速度误差;步骤4,根据第一末端与第二末端之间的位置误差、速度误差和重力补偿,确定PD控制策略;步骤5,调整重力补偿,对主操作手和从操作臂进行零重力实时跟踪控制。

[0011] 进一步地,重力补偿是从操作臂的重力矩向量。

[0012] 进一步地,PD控制策略由下式表达:

$$[0013] \quad \tau = K_p ES_{ms} + K_d EV_{ms} + G(q)$$

[0014] 其中, τ 为控制力矩; $G(q)$ 为重力补偿; K_p 和 K_d 为PD参数; ES_{ms} 为位置误差; EV_{ms} 为速度误差。

[0015] 进一步地,重力矩向量是根据从操作臂的势能得到的。

[0016] 进一步地,在机器人护理床中, $G(q)=1$ 。

[0017] 进一步地,在机器人护理床中, $K_p = 100K_d = 120$ 。

[0018] 本发明基于主操作手和从操作臂之间的力反馈控制机理,通过人机交互,建立力觉康复控制系统,操作方便,实时性强,系统安全可靠,可应用于远程康复和数字化康复。

附图说明

[0019] 图1为本发明一种机器人护理床中的力觉康复系统的结构框图;

[0020] 图2为本发明一种机器人护理床中的主从控制方法流程图。

具体实施方式

[0021] 以下结合附图对本发明的实施例进行详细说明,但是本发明可以由权利要求限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0022] 本专利提出了在机器人护理床中应用主从力觉康复系统,当康复患者坐在轮椅上与护理床合并后,操纵护理床上主操作手,实时控制从操作臂进行力觉训练。在进行力觉训练的同时,激励患者积极主动地参与康复训练,辅助患者重建触觉神经系统,在康复训练机器人领域有很大的市场前景。

[0023] 请参考图1,本发明提供了一种力觉康复系统,包括:主操作手,用于供患者操作;从操作臂,用于操作训练物;控制器,与所述主操作手和所述从操作臂连接,所述控制器根据所述主操作手的位置信息控制所述从操作臂操作所述训练物,并将所述从操作臂上的操作力反馈给所述主操作手以便所述患者感知所述操作力。

[0024] 例如,力觉康复系统可安装在机器人护理床上。在一个实施例中,控制器可采用工控机。优选地,控制器分别与主操作手、从操作臂通过USB相连。优选地,从操作臂的操作末端安装有传感器,以用于测量从操作臂在抓取训练过程中的作用力。在控制器的控制下,从操作臂实时跟随主操作手运动,并把从操作臂上的作用力实时反馈到主操作手,让康复患者在操作主操作手控制从操作臂进行力觉训练的同时,进行数字化康复,激励患者积极

主动地参与康复训练,辅助患者重建触觉神经系统。

[0025] 特别地,本发明中的力觉训练任务,分别是让康复患者操作主操作手实时控制从操作臂抓取0kg、0.5kg、1kg、1.5kg、2kg、2.5kg、3kg、3.5kg、4kg、4.5kg、5kg等量级的训练物。从操作臂上的力传感器测量训练物后,把训练物的精确值反馈到主操作手,康复患者手臂可以感觉到精确的力觉大小,从而进行数字化力觉康复。

[0026] 本发明基于主操作手和从操作臂之间的力反馈控制机理,通过人机交互,建立力觉康复控制系统,操作方便,实时性强,系统安全可靠,可应用于远程康复和数字化康复。

[0027] 优选地,所述从操作臂包括多自由度机械臂控制器和力传感器,所述力传感器用于获取所述操作力。从操作臂可以使用丹麦Universal Robots公司的6自由度机械臂UR5,通过USB与工控机相连,工控机能够获得从操作臂位置信息和从操作臂作用力。

[0028] 优选地,所述主操作手是多自由度力反馈装置。如美国Novint公司的三自由度力反馈装置Novint Falcon,或者瑞士Force Dimension公司的三自由度力反馈装置Omega.3,通过USB与工控机相连,工控机能够检测到主操作手的位置信息,并能反馈作用力到操作端。

[0029] 优选地,控制器与主操作手和从操作臂可通过网络连接,且在异地分别放置主操作手和从操作臂,因而,可以进行遥控操作和远程康复训练。

[0030] 本发明中的主操作手用于康复训练的输入和力反馈输出,便于康复活动的数字化和力觉反馈;康复患者操作主操作手实时控制从操作臂,抓取0kg、0.5kg、1kg、1.5kg、2kg、2.5kg、3kg、3.5kg、4kg、4.5kg、5kg等量级的训练物,从操作臂上的力传感器测量训练物后,把训练物的精确值反馈到主操作手,康复患者手臂可以感觉到精确的力觉大小,从而进行数字化力觉康复。而且,从操作臂上的力传感器不用特别精密,线性度要求不高,降低了控制成本。

[0031] 作为本发明的另一方面,提供了一种机器人护理床,其特征在于,包括上述的力觉康复系统。本发明在机器人护理床中应用力觉康复系统,基于力觉反馈康复机理,通过人机交互,让康复患者在操作机械臂进行力觉训练的同时进行数字化康复,激励患者积极主动地参与康复训练,辅助患者重建触觉神经系统。采用重力补偿控制策略,进行主从实时控制,把从操作臂作用力实时反馈到主操作手,实现远程数字化康复训练。

[0032] 本发明还提供了一种力觉康复系统的主从控制方法,特别地,其可用于上述的力学康复系统和机器人护理床中,包括:

[0033] 步骤1,检测主操作手的第一末端的第一位置(X_m, Y_m, Z_m)和从操作臂的第二末端的第二位置(X_s, Y_s, Z_s);

[0034] 步骤2,根据所述第一位置和所述第二位置之间的位置误差,计算所述第一末端与所述第二末端之间的位置误差 ES_{ms} ;其中,

$$[0035] \quad ES_{ms} = (X_m - X_s)^2 + (Y_m - Y_s)^2 + (Z_m - Z_s)^2$$

[0036] 步骤3,根据所述第一末端与所述第二末端之间的位置误差和采样周期,计算所述第一末端与所述第二末端之间的速度误差 EV_{ms} ;

$$[0037] \quad EV_{ms} = (\dot{X}_m - \dot{X}_s)^2 + (\dot{Y}_m - \dot{Y}_s)^2 + (\dot{Z}_m - \dot{Z}_s)^2,$$

[0038] 其中

$$[0039] \quad \dot{X}_m = (X_m^i - X_m^{i-1}) / (T^i - T^{i-1}),$$

$$[0040] \quad \dot{Y}_m = (Y_m^i - Y_m^{i-1}) / (T^i - T^{i-1}),$$

$$[0041] \quad \dot{Z}_m = (Z_m^i - Z_m^{i-1}) / (T^i - T^{i-1}).$$

[0042] 其中, $(\dot{X}_m, \dot{Y}_m, \dot{Z}_m)$ 为主端速度, $(\dot{X}_s, \dot{Y}_s, \dot{Z}_s)$ 为从端速度, T 为时间, i 和 i-1 为采样时刻, $(T^i - T^{i-1})$ 为采样周期。

[0043] 步骤4, 根据所述第一末端与所述第二末端之间的位置误差、所述速度误差和重力补偿, 确定PD控制策略;

[0044] 步骤5, 调整所述重力补偿, 对所述主操作手和所述从操作臂进行零重力实时跟踪控制。

[0045] 本发明中的主从控制方法, 结合主操作手和从操作臂的末端位置信息, 根据从操作臂的姿态预测重力矩, 并采用基于重力补偿的PD控制策略, 可实时操控力觉康复系统。通过这种力反馈控制机理, 通过人机交互, 建立零重力力觉康复控制系统, 操作方便, 实时性强, 系统安全可靠, 可应用于远程康复和数字化康复。

[0046] 优选地, 所述重力补偿是所述从操作臂的重力矩向量。

[0047] 优选地, 所述PD控制策略由下式表达:

$$[0048] \quad \tau = K_p ES_{ms} + K_d EV_{ms} + G(q)$$

[0049] 其中, τ 为控制力矩; $G(q)$ 为重力补偿; K_p 和 K_d 为PD参数; ES_{ms} 为位置误差; EV_{ms} 为速度误差。特别地, K_p 和 K_d 可由主从控制实验整定得到。q 为从操作臂的关节角。

[0050] 优选地, 所述重力矩向量是根据所述从操作臂的势能得到的。进一步地, 该势能由力与运动的关系计算得到。

[0051] 优选地, 在机器人护理床中, $G(q)=1$ 。

[0052] 优选地, 在机器人护理床中, $K_p = 100K_d = 120$ 。

[0053] 本发明中的主从控制方法, 可连接至互联网, 并在异地分别放置主操作手和从操作臂, 因而, 可以进行遥控操作和远程康复训练。

[0054] 本发明具有以下有益效果:

[0055] (一) 主操作手实时操作从操作臂, 患者在康复训练的同时, 从操作臂辅助患者进行生活自理。

[0056] (二) 从操作臂末端的力传感器不需要精确测量操作力, 降低了开发成本。

[0057] (三) 患者在康复训练过程中, 采用零重力力反馈控制策略, 精确的进行数字化康复和力觉训练, 大大提高了力触觉神经康复效率。

[0058] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已, 并不用于限制本发明, 对于本领域的技术人员来说, 本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。



图1

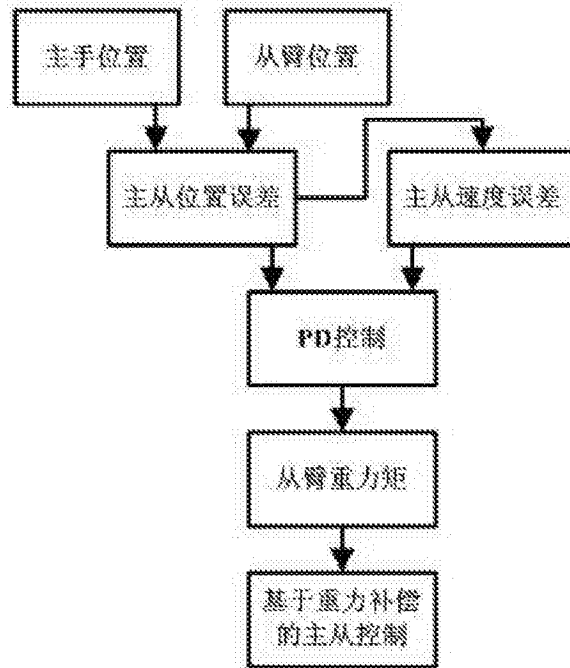


图2