



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107817731 A

(43)申请公布日 2018.03.20

(21)申请号 201711208269.9

(22)申请日 2017.11.27

(71)申请人 中国兵器工业计算机应用技术研究所

地址 100089 北京市海淀区车道沟10号

(72)发明人 赵小川

(74)专利代理机构 北京君泊知识产权代理有限公司 11496

代理人 王程远 胡玉章

(51) Int. Cl.

G05B 19/042(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/0488(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

权利要求书3页 说明书9页 附图1页

(54)发明名称

融合肌电和脑电信息的无人平台操控系统及操控方法

(57)摘要

本发明公开了一种融合肌电和脑电信息的无人平台操控系统,包括:脑电信号采集处理模块,其通过蓝牙与信息融合处理模块进行通信;手势肌电信号采集模块,其通过SPI总线与所述信息融合处理模块进行通信;手势运动信号采集模块,其通过串口与所述信息融合处理模块进行通信;信息融合处理模块,其通过串口与无线通信模块进行通信;无线通信模块,其通过串口与无人平台控制器进行通信。本发明还公开了一种融合肌电和脑电信息的无人平台操控方法。本发明的有益效果:不仅能对操作者整个手臂的手势动作进行识别,也能正确捕捉操作者的动作意图,实现对无人平台的精确控制。

1. 一种融合肌电和脑电信息的无人平台操控系统,其特征在于,包括:

脑电信号采集处理模块,其通过蓝牙与信息融合处理模块进行通信,所述脑电信号采集处理模块用于采集操作者的脑电信息,并将采集到的脑电信息进行处理分类后输出至所述信息融合处理模块进行融合处理;

手势肌电信号采集模块,其通过SPI总线与所述信息融合处理模块进行通信,所述手势肌电信号采集模块用于采集操作者的手部肌电信息,并将采集到的手部肌电信息去噪及模数转换后输出至所述信息融合处理模块进行融合处理;

手势运动信号采集模块,其通过串口与所述信息融合处理模块进行通信,所述手势运动信号采集模块采集操作者的前臂和上臂运动信息,并将采集到的运动信息与所述手势肌电信号采集模块输出的肌电信息通过所述信息融合处理模块进行融合处理;

信息融合处理模块,其通过串口与无线通信模块进行通信,所述信息融合处理模块用于接收所述脑电信号采集处理模块采集到的脑电信息、所述手势肌电信号采集模块采集到的手部肌电信息及所述手势运动信号采集模块采集到的前臂和上臂运动信息,将手部肌电信息及前臂和上臂运动信息融合处理,获取操作者的手臂动作信息,实现对操作者手势动作的识别,再将手臂动作信息与脑电信息融合处理进行相干性的判断,从而实现操作者手势动作意图的判别,剔除因被动动作或故意动作所造成的误触发动作,获取操作者正确的手势动作,并将正确的手势动作指令传输至所述无线通信模块;

无线通信模块,其通过串口与无人平台控制器进行通信,所述无线通信模块用于接收所述信息融合处理模块输出的手势动作指令,并将操作者的手势动作指令传输至所述无人平台控制器;

无人平台控制器,其接收手势动作指令,并控制无人平台进行相应的手势动作。

2. 根据权利要求1所述的无人平台操控系统,其特征在于,所述脑电信号采集处理模块由A2干电极、Fp2干电极、C4干电极和脑电检测与处理芯片组成,所述A2干电极、所述Fp2干电极和所述C4干电极的一端均与操作者脑部相连,所述A2干电极、所述Fp2干电极和所述C4干电极的另一端均与所述脑电检测与处理芯片的输入端相连;

所述手势肌电信号采集模块由八个表面肌电极及模数转换芯片组成,其中四个所述表面肌电极的一端均与操作者一只手臂相连,剩余四个所述表面肌电极的一端均与操作者另一只手臂相连,八个所述表面肌电极的另一端均与所述模数转换芯片的输入端相连;

所述手势运动信号采集模块由四个惯性测量单元组成,其中两个所述惯性测量单元的一端分别与操作者一只手臂相连,剩余两个所述惯性测量单元的一端分别与操作者另一只手臂相连;

所述信息融合处理模块由手势信息处理MCU和肌脑信息融合处理MCU组成,所述模数转换芯片的输出端通过SPI总线与所述手势信息处理MCU的输入端相连,四个所述惯性测量单元的另一端均通过串口与所述手势信息处理MCU的输入端相连,所述手势信息处理MCU的输出端通过串口与所述肌脑信息融合处理MCU的输入端相连,所述脑电检测与处理芯片的输出端通过蓝牙芯片与所述肌脑信息融合处理MCU的输入端相连;

所述无线通信模块由一对数传电台组成,两台数传电台组成收-发电台,所述肌脑信息融合处理MCU的输出端通过串口与其中一台数传电台相连,另一台数传电台通过串口与所述无人平台控制器相连。

3. 根据权利要求2所述的无人平台操控系统,其特征在于,所述A2干电极、所述Fp2干电极和所述C4干电极分别粘贴在操作者脑部的右耳垂A2区域、右前额Fp2区域和右头顶中央C4区域,并通过导线与所述脑电检测与处理芯片相连,其中,所述A2干电极、所述Fp2干电极和所述C4干电极的定位依据国际10-20标准系统,右耳垂A2区域的A2干电极的电压作为基准电压。

4. 根据权利要求2所述的无人平台操控系统,其特征在于,操作者每只手臂上布置四个表面肌电极,四个表面肌电极以环形阵列方式粘贴在操作者前臂的指总伸肌、拇短伸肌、指浅屈肌和尺侧腕屈肌处的皮肤表面,并通过导线与所述模数转换芯片相连。

5. 根据权利要求2所述的无人平台操控系统,其特征在于,操作者每只手臂上布置两个惯性测量单元,一个惯性测量单元通过松紧带绑在腕关节附近,另一个惯性测量单元通过松紧带绑在肘关节附近。

6. 根据权利要求2所述的无人平台操控系统,其特征在于,所述惯性测量单元包括电源模块、三轴加速度计、三轴陀螺仪、三轴磁强计、通信模块和微处理器,所述三轴加速度计、所述三轴陀螺仪和所述三轴磁强计均与所述微处理器相连,所述微处理器通过所述通信模块与所述手势信息处理MCU相连,所述电源模块为所述惯性测量单元提供电源,所述三轴加速度计、所述三轴陀螺仪、所述三轴磁强计分别用于采集操作者手臂运动时的加速度、角速度和磁场强度,所述微处理器对采集到的加速度、角速度和磁场强度进行处理,解析出每只手臂的前臂和上臂的运动姿态信息。

7. 根据权利要求2所述的无人平台操控系统,其特征在于,操作者每只手臂上的四个表面肌电极分别采集指总伸肌信号、拇短伸肌信号、指浅屈肌信号和尺侧腕屈肌信号,经所述模数转换芯片去噪并模数转换后获取操作者的手部动作信息;

操作者每只手臂上的两个惯性测量单元分别采集操作者前臂和上臂的运动信息;

所述手势信息处理MCU对手部动作信息及前臂和上臂的运动信息进行融合处理,获取操作者的手臂动作信息,实现对操作者两只手臂动作的识别;

所述A2干电极、所述Fp2干电极和所述C4干电极分别采集A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号,经所述脑电检测与处理芯片处理分类后获取操作者的大脑思维信息;

所述肌脑信息融合处理MCU对操作者的手臂动作信息 and 大脑思维信息进行融合处理,并对手臂动作信息 and 大脑思维信息的相干性进行判断,从而实现操作者手势动作意图的判别,获取操作者正确的手势动作。

8. 一种融合肌电和脑电信息的无人平台操控系统的操控方法,其特征在于,包括:

步骤1,在操作者头部的右耳垂A2区域、右前额Fp2区域和右头顶中央C4区域分别粘贴A2干电极、Fp2干电极和C4干电极;

在操作者两个手臂的腕关节附近和肘关节附近分别用松紧带绑住一个惯性测量单元;

在操作者两个手臂的前臂的指总伸肌、拇短伸肌、指浅屈肌和尺侧腕屈肌处的皮肤表面分别粘贴一个表面肌电极;

步骤2,操作者开始手势动作;

所述A2干电极、所述Fp2干电极和所述C4干电极分别采集A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号;

操作者每只手臂的腕关节附近和肘关节附近的两个惯性测量单元分别采集操作者前臂和上臂运动时的加速度、角速度和磁场强度；

操作者每只手臂的前臂上的四个表面肌电极分别采集手部的指总伸肌信号、拇短伸肌信号、指浅屈肌信号和尺侧腕屈肌信号；

步骤3,脑电检测与处理芯片对采集到的A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号进行处理分类,获取操作者的大脑思维信息；

惯性测量单元获取操作者前臂和上臂的运动信息,对采集到的加速度、角速度和磁场强度进行处理,解析出每只手臂的前臂和上臂的运动姿态信息；

模数转换芯片对表面肌电极采集到的信号去噪处理并模数转换,获取操作者每只手臂的手部动作信息；

步骤4,手势信息处理MCU对手部动作信息及前臂和上臂的运动信息进行融合处理,获取操作者的手臂动作信号即手臂动作信息,实现对操作者两只手臂动作的识别；

步骤5,肌脑信息融合处理MCU对操作者的手臂动作信息 and 大脑思维信息进行融合处理,并对手臂动作信息 and 大脑思维信息的相干性进行判断,剔除因被动动作或故意动作所造成的误触发动作,实现操作者手势动作意图的判别,获取操作者正确的手势动作；

步骤6,所述肌脑信息融合处理MCU通过一对无线数传电台将正确的手势动作指令发送到无人平台主控制器上；

步骤7,所述无人平台主控制器根据操作者的手势动作指令,控制无人平台进行相应的手势动作。

9. 根据权利要求8所述的操控方法,其特征在于,步骤3中,采用小波变换对去噪处理后的A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号的时域信息和频域信息进行分析,分别获取A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号的频率及功率谱函数；

步骤4中,采用小波变换对去噪处理后的手臂动作信号的时域信息和频域信息进行分析,获取手臂动作信号的频率及功率谱函数。

10. 根据权利要求9所述的操控方法,其特征在于,步骤5中,以A2干电极的电压作为基准电压；

计算Fp2区域脑电信号的功率谱函数和手臂动作信号的功率谱函数的相干系数,当该相干系数低于预先设定的阈值时,判定手臂动作为无意动作,否则为有意动作；

计算C4区域脑电信号的功率谱函数和手臂动作信号的功率谱函数的相干系数,当该相干系数低于预先设定的阈值时,判定手臂动作为被动动作,否则为主动动作。

融合肌电和脑电信息的无人平台操控系统及操控方法

技术领域

[0001] 本发明涉及人工交互技术领域,具体而言,涉及一种融合肌电和脑电信息的无人平台操控系统及操控方法。

背景技术

[0002] 肌电信号是一种由神经肌肉活动产生的生物电信号,蕴含了很多与肢体运动相关联的信息,是肌肉的生物电活动在皮肤表面处时间和空间上的综合结果。脑电信号是一种非常微弱的非平稳信号,包含了大量脑神经细胞的电生理活动信息,体现了人的思维活动和肢体动作行为。根据肌电信号和脑电信号的特点,将两者结合应用到了人机交互领域。手势动作作为人体行为动作的一种,具有方便快捷、含义丰富、通俗易懂的特点,能够让人们在日常生活中以一种更自然、更直接的方式进行交互。

[0003] 目前,人机交互中手势交互是最直接的操作方法,现有的手势交互中仅对操作者的手部动作进行识别,无法对操作者的整个手臂(包括前臂、上臂和手部)的手势动作进行准确的融合识别,然而在前臂和上臂的运动过程中同样有可能引发手部发生动作,因此,在手势识别的过程中需要剔除相对运动的影响,以获取操作者正确的手势动作。同时,现有的手势交互无法将操作者脑电信号和操作者肌电信号进行适当的融合处理,导致无法正确捕捉操作者正确的动作意图,进而导致对控制的无人平台造成错误动作而使得无人平台发生危险。

发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明的目的在于提供一种融合肌电和脑电信息的无人平台操控系统及操控方法,不仅能对操作者整个手臂的手势动作进行识别,也能正确捕捉操作者的动作意图,实现对无人平台的精确控制。

[0005] 本发明提供了一种融合肌电和脑电信息的无人平台操控系统,包括:

[0006] 脑电信号采集处理模块,其通过蓝牙与信息融合处理模块进行通信,所述脑电信号采集处理模块用于采集操作者的脑电信息,并将采集到的脑电信息进行处理分类后输出至所述信息融合处理模块进行融合处理;

[0007] 手势肌电信号采集模块,其通过SPI总线与所述信息融合处理模块进行通信,所述手势肌电信号采集模块用于采集操作者的手部肌电信息,并将采集到的手部肌电信息去噪及模数转换后输出至所述信息融合处理模块进行融合处理;

[0008] 手势运动信号采集模块,其通过串口与所述信息融合处理模块进行通信,所述手势运动信号采集模块采集操作者的前臂和上臂运动信息,并将采集到的运动信息与所述手势肌电信号采集模块输出的肌电信息通过所述信息融合处理模块进行融合处理;

[0009] 信息融合处理模块,其通过串口与无线通信模块进行通信,所述信息融合处理模块用于接收所述脑电信号采集处理模块采集到的脑电信息、所述手势肌电信号采集模块采集到的手部肌电信息及所述手势运动信号采集模块采集到的前臂和上臂运动信息,将手部

肌电信息及前臂和上臂运动信息融合处理,获取操作者的手臂动作信息,实现对操作者手势动作的识别,再将手臂动作信息与脑电信息融合处理进行相干性的判断,从而实现操作者手势动作意图的判别,剔除因被动动作或故意动作所造成的误触发动作,获取操作者正确的手势动作,并将正确的手势动作指令传输至所述无线通信模块;

[0010] 无线通信模块,其通过串口与无人平台控制器进行通信,所述无线通信模块用于接收所述信息融合处理模块输出的手势动作指令,并将操作者的手势动作指令传输至所述无人平台控制器;

[0011] 无人平台控制器,其接收手势动作指令,并控制与其相连的无人平台进行相应的手势动作。

[0012] 作为本发明进一步的改进,所述脑电信号采集处理模块由A2干电极、Fp2干电极、C4干电极和脑电检测与处理芯片组成,所述A2干电极、所述Fp2干电极和所述C4干电极的一端均与操作者脑部相连,所述A2干电极、所述Fp2干电极和所述C4干电极的另一端均与所述脑电检测与处理芯片的输入端相连;

[0013] 所述手势肌电信号采集模块由八个表面肌电极及模数转换芯片组成,其中四个所述表面肌电极的一端均与操作者一只手臂相连,剩余四个所述表面肌电极的一端均与操作者另一只手臂相连,八个所述表面肌电极的另一端均与所述模数转换芯片的输入端相连;

[0014] 所述手势运动信号采集模块由四个惯性测量单元组成,其中两个所述惯性测量单元的一端分别与操作者一只手臂相连,剩余两个所述惯性测量单元的一端分别与操作者另一只手臂相连;

[0015] 所述信息融合处理模块由手势信息处理MCU和肌脑信息融合处理MCU组成,所述模数转换芯片的输出端通过SPI总线与所述手势信息处理MCU的输入端相连,四个所述惯性测量单元的另一端均通过串口与所述手势信息处理MCU的输入端相连,所述手势信息处理MCU的输出端通过串口与所述肌脑信息融合处理MCU的输入端相连,所述脑电检测与处理芯片的输出端通过蓝牙芯片与所述肌脑信息融合处理MCU的输入端相连;

[0016] 所述无线通信模块由一对数传电台组成,两台数传电台组成收-发电台,所述肌脑信息融合处理MCU的输出端通过串口与其中一台数传电台相连,另一台数传电台通过串口与所述无人平台控制器相连。

[0017] 作为本发明进一步的改进,所述A2干电极、所述Fp2干电极和所述C4干电极分别粘贴在操作者脑部的右耳垂A2区域、右前额Fp2区域和右头顶中央C4区域,并通过导线与所述脑电检测与处理芯片相连,其中,所述A2干电极、所述Fp2干电极和所述C4干电极的定位依据国际10-20标准系统,右耳垂A2区域的A2干电极的电压作为基准电压。

[0018] 作为本发明进一步的改进,操作者每只手臂上布置四个表面肌电极,四个表面肌电极以环形阵列方式粘贴在操作者前臂的指总伸肌、拇短伸肌、指浅屈肌和尺侧腕屈肌处的皮肤表面,并通过导线与所述模数转换芯片相连。

[0019] 作为本发明进一步的改进,操作者每只手臂上布置两个惯性测量单元,一个惯性测量单元通过松紧带绑在腕关节附近,另一个惯性测量单元通过松紧带绑在肘关节附近。

[0020] 作为本发明进一步的改进,所述惯性测量单元包括电源模块、三轴加速度计、三轴陀螺仪、三轴磁强计、通信模块和微处理器,所述三轴加速度计、所述三轴陀螺仪和所述三轴磁强计均与所述微处理器相连,所述微处理器通过所述通信模块与所述手势信息处理

MCU相连,所述电源模块为所述惯性测量单元提供电源,所述三轴加速度计、所述三轴陀螺仪、所述三轴磁强计分别用于采集操作者手臂运动时的加速度、角速度和磁场强度,所述微处理器对采集到的加速度、角速度和磁场强度进行处理,解析出每只手臂的前臂和上臂的运动姿态信息。

[0021] 作为本发明进一步的改进,操作者每只手臂上的四个表面肌电极分别采集指总伸肌信号、拇短伸肌信号、指浅屈肌信号和尺侧腕屈肌信号,经所述模数转换芯片去噪并模数转换后获取操作者的手部动作信息;

[0022] 操作者每只手臂上的两个惯性测量单元分别采集操作者前臂和上臂的运动信息;

[0023] 所述手势信息处理MCU对手部动作信息及前臂和上臂的运动信息进行融合处理,获取操作者的手臂动作信息,实现对操作者两只手臂动作的识别;

[0024] 所述A2干电极、所述Fp2干电极和所述C4干电极分别采集A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号,经所述脑电检测与处理芯片处理分类后获取操作者的大脑思维信息;

[0025] 所述肌脑信息融合处理MCU对操作者的手臂动作信息 and 大脑思维信息进行融合处理,并对手臂动作信息 and 大脑思维信息的相干性进行判断,从而实现操作者手势动作意图的判别,获取操作者正确的手势动作。

[0026] 本发明还提供了一种融合肌电和脑电信息的无人平台操控方法,包括:

[0027] 步骤1,在操作者头部的右耳垂A2区域、右前额Fp2区域和右头顶中央C4区域分别粘贴A2干电极、Fp2干电极和C4干电极;

[0028] 在操作者两个手臂的腕关节附近和肘关节附近分别用松紧带绑住一个惯性测量单元;

[0029] 在操作者两个手臂的前臂的指总伸肌、拇短伸肌、指浅屈肌和尺侧腕屈肌处的皮肤表面分别粘贴一个表面肌电极;

[0030] 步骤2,操作者开始手势动作;

[0031] 所述A2干电极、所述Fp2干电极和所述C4干电极分别采集A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号;

[0032] 操作者每只手臂的腕关节附近和肘关节附近的两个惯性测量单元分别采集操作者前臂和上臂运动时的加速度、角速度和磁场强度;

[0033] 操作者每只手臂的前臂上的四个表面肌电极分别采集手部的指总伸肌信号、拇短伸肌信号、指浅屈肌信号和尺侧腕屈肌信号;

[0034] 步骤3,脑电检测与处理芯片对采集到的A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号进行处理分类,获取操作者的大脑思维信息;

[0035] 惯性测量单元获取操作者前臂和上臂的运动信息,对采集到的加速度、角速度和磁场强度进行处理,解析出每只手臂的前臂和上臂的运动姿态信息;

[0036] 模数转换芯片对表面肌电极采集到的信号去噪处理并模数转换,获取操作者每只手臂的手部动作信息;

[0037] 步骤4,手势信息处理MCU对手部动作信息及前臂和上臂的运动信息进行融合处理,获取操作者的手臂动作信号即手臂动作信息,实现对操作者两只手臂动作的识别;

[0038] 步骤5,肌脑信息融合处理MCU对操作者的手臂动作信息 and 大脑思维信息进行融合

处理,并对手臂动作信息和大脑思维信息的相干性进行判断,剔除因被动动作或故意动作所造成的误触发动作,实现操作者手势动作意图的判别,获取操作者正确的手势动作;

[0039] 步骤6,所述肌脑信息融合处理MCU通过一对无线数传电台将正确的手势动作指令发送到无人平台主控制器上;

[0040] 步骤7,所述无人平台主控制器根据操作者的手势动作指令,控制无人平台进行相应的手势动作。

[0041] 作为本发明进一步的改进,步骤3中,采用小波变换对去噪处理后的A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号的时域信息和频域信息进行分析,分别获取A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号的频率及功率谱函数;

[0042] 步骤4中,采用小波变换对去噪处理后的手臂动作信号的时域信息和频域信息进行分析,获取手臂动作信号的频率及功率谱函数。

[0043] 作为本发明进一步的改进,步骤5中,以A2干电极的电压作为基准电压;

[0044] 计算Fp2区域脑电信号的功率谱函数和手臂动作信号的功率谱函数的相干系数,当该相干系数低于预先设定的阈值时,判定手臂动作为无意动作,否则为有意动作;

[0045] 计算C4区域脑电信号的功率谱函数和手臂动作信号的功率谱函数的相干系数,当该相干系数低于预先设定的阈值时,判定手臂动作为被动动作,否则为主动动作。

[0046] 本发明的有益效果为:

[0047] 1、通过脑部三个干电极,能够捕捉快速操作者的大脑思维意图,识别手势指控动作;

[0048] 2、通过前臂的四个表面肌电极,能够识别操作者的手部动作;

[0049] 3、通过在前臂离腕关节一定距离处、上臂离肘关节一定距离处分别绑定两个惯性测量单元,可以获取前臂和上臂的运动信息,这样,剔除前臂和上臂的运动信息后,即可获得手部的动作信息,使得识别的动作更加准确可靠;

[0050] 4、可实现操作者整个手臂动作的识别,包括上臂、前臂和手部动作的识别;

[0051] 5、有机地融合了人体脑电信号与手臂运动信号,能够检测出操作者手势动作的意图,剔除因无意动作或被动动作所造成的误触发,提高了操控的可靠性,获取操作者正确的手势动作,实现对无人平台的准确操控。

附图说明

[0052] 图1为本发明实施例所述的一种融合肌电和脑电信息的无人平台操控系统的示意图。

具体实施方式

[0053] 下面通过具体的实施例并结合附图对本发明做进一步的详细描述。

[0054] 实施例1,如图1所示,本发明实施例的一种融合肌电和脑电信息的无人平台操控系统,包括:脑电信号采集处理模块、手势肌电信号采集模块、手势运动信号采集模块、信息融合处理模块、无线通信模块、无人平台控制器。

[0055] 脑电信号采集处理模块通过蓝牙与信息融合处理模块进行通信,脑电信号采集处理模块用于采集操作者的脑电信息,并将采集到的脑电信息进行处理分类后输出至信息融

合处理模块进行融合处理。

[0056] 手势肌电信号采集模块通过SPI总线与信息融合处理模块进行通信,手势肌电信号采集模块用于采集操作者的手部肌电信息,并将采集到的手部肌电信息去噪及模数转换后输出至信息融合处理模块进行融合处理。

[0057] 手势运动信号采集模块通过串口与信息融合处理模块进行通信,手势运动信号采集模块采集操作者的前臂和上臂运动信息,并将采集到的运动信息与手势肌电信号采集模块输出的肌电信息通过信息融合处理模块进行融合处理。

[0058] 信息融合处理模块通过串口与无线通信模块进行通信,信息融合处理模块用于接收脑电信号采集处理模块采集到的脑电信息、手势肌电信号采集模块采集到的手部肌电信息及手势运动信号采集模块采集到的前臂和上臂运动信息,将手部肌电信息及前臂和上臂运动信息融合处理,获取操作者的手臂动作信息,实现对操作者手势动作的识别,再将手臂动作信息与脑电信息融合处理进行相干性的判断,从而实现操作者手势动作意图的判别,剔除因被动动作或故意动作所造成的误触发动作,获取操作者正确的手势动作,并将正确的手势动作指令传输至无线通信模块。

[0059] 无线通信模块通过串口与无人平台控制器进行通信,无线通信模块用于接收信息融合处理模块输出的手势动作指令,并将操作者的手势动作指令传输至无人平台控制器。

[0060] 无人平台控制器接收手势动作指令,并控制与其相连的无人平台进行相应的手势动作。

[0061] 上述各个模块的具体设计及连接如下:

[0062] 脑电信号采集处理模块由A2干电极、Fp2干电极、C4干电极和脑电检测与处理芯片组成,A2干电极、Fp2干电极和C4干电极的一端均与操作者脑部相连,A2干电极、Fp2干电极和C4干电极的另一端均与脑电检测与处理芯片的输入端相连。

[0063] 手势肌电信号采集模块由八个表面肌电极及模数转换芯片组成,其中四个表面肌电极的一端均与操作者一只手臂相连,剩余四个表面肌电极的一端均与操作者另一只手臂相连,八个表面肌电极的另一端均与模数转换芯片的输入端相连。

[0064] 手势运动信号采集模块由四个惯性测量单元组成,其中两个惯性测量单元的一端分别与操作者一只手臂相连,剩余两个惯性测量单元的一端分别与操作者另一只手臂相连。

[0065] 信息融合处理模块由手势信息处理MCU和肌脑信息融合处理MCU组成,模数转换芯片的输出端通过SPI总线与手势信息处理MCU的输入端相连,四个惯性测量单元的另一端均通过串口与手势信息处理MCU的输入端相连,手势信息处理MCU的输出端通过串口与肌脑信息融合处理MCU的输入端相连,脑电检测与处理芯片的输出端通过蓝牙芯片与肌脑信息融合处理MCU的输入端相连。

[0066] 无线通信模块由一对数传电台组成,两台数传电台组成收-发电台,肌脑信息融合处理MCU的输出端通过串口与其中一台数传电台相连,另一台数传电台通过串口与无人平台控制器相连。

[0067] 进一步的,A2干电极、Fp2干电极和C4干电极分别粘贴在操作者脑部的右耳垂A2区域、右前额Fp2区域和右头顶中央C4区域,并通过导线与脑电检测与处理芯片相连,其中,A2干电极、Fp2干电极和C4干电极的定位依据国际10-20标准系统,右耳垂A2区域的A2干电极

的电压作为基准电压。脑电检测与处理芯片优选采用ThinkGear AM芯片,其可以直接与干电极相连,可以检测到极微弱的脑电信号,可过滤掉噪音,抗干扰,还原出原始脑电信号。

[0068] 10-20标准系统,其前后方向的测量是以从鼻根到枕骨粗隆连成的正中line为基准,将该距离分成10等份,按10%,20%,20%,20%,20%,10%的顺序做好标记,在此线左右等距的相应部位标定出左右前额点(Fp1,Fp2)、额点(F3,F4)、中间点(C3,C4)、顶点(P3,P4)和枕点(O1,O2),前额点的位置在鼻根上相当于鼻根至枕骨粗隆10%处,额点在前额点之后相当于鼻根至前额点距离的两倍,即鼻根正中line距离20%处,向后中央、顶、枕诸点的间隔均为20%。由于人体的脑电信号包括自发性脑电信号和手势运动诱发性脑电信号。自发性脑电信号是大脑自发产生的有节律的电位信号,可以通过在头部的Fp2区域的脑电信号进行检测。手势运动诱发性脑电信号可以通过在头部C4区域的脑电信号进行检测。因此,在脑部布置电极时,分别布置在右耳垂A2区域、右前额Fp2区域、右头顶中央C4区域的三个爪式干电极,在后续处理中,Fp2干电极和C4干电极的电压以A2干电极的电压作为基准电压。

[0069] 进一步的,操作者每只手臂上布置四个表面肌电极,四个表面肌电极以环形阵列方式粘贴在操作者前臂的指总伸肌、拇短伸肌、指浅屈肌和尺侧腕屈肌处的皮肤表面,并通过导线与模数转换芯片相连。左手臂和右手臂均布置四个表面肌电极,用以区分左手和右手的手部动作信息。模数转换芯片优选采用ADS1298芯片,其内部集成了8个低噪音可编程增益放大器(PGA)和8个24位高分辨率模数转换器(可对应两只手臂上8个表面肌电极的肌电信号进行模数转换,互相不干扰,提高了转换效率及准确性),共模抑制比达到-115dB,内置的驱动电路可有效抑制工频干扰。集成了SPI数字接口,采样频率最高可达32kHz。使用该芯片可以使系统集成度大大提高,同时也提高了系统的稳定性。ADS1298的主要功能是通过控制其内部寄存器来实现的,如信号输入模式、采样速率、放大倍数等。ADS1298通过SPI与外部处理器进行通信,实现数据的同步收发。ADS1298的参考电压可设置为2.4V或4V,因为它的分辨率为24b,所以最低可分辨的电压分别为0.286 μ F、0.477 μ F。而脑电信号的幅度一般为0.001~0.1mV,所以在信号进入ADS1298之前不需要再经过放大处理,其自带的放大模块就能满足要求,这样就大大简化了信号调理电路,极大地缩小了整体脑肌信号采集装置的面积和体积。

[0070] 进一步的,操作者每只手臂上布置两个惯性测量单元,一个惯性测量单元通过松紧带绑在腕关节附近(优选绑在前臂离腕关节4~5cm处),另一个惯性测量单元通过松紧带绑在肘关节附近(优选绑在上臂离肘关节6~7cm处)。左手臂和右手臂均布置两个惯性测量单元,用以区分左手臂、右手臂的前臂和上臂运动信息。人体手臂在运动时,要解析出手臂所有的动作是非常复杂的。由于人的手臂包括手部、前臂和上臂,上臂运动会带动前臂运动,即肩关节的运动会影响上臂和前臂的运动,肘关节的运动影响前臂的运动,手部运动会带动前臂运动,即腕关节的运动会影响前臂和手部的运动。尽管在前臂上布置四个表面肌电极以获取指总伸肌、拇短伸肌、指浅屈肌和尺侧腕屈肌处的肌电信号(即获取手部运动信息),但是,前臂和上臂的运动也会导致手部发生运动,因此,如果仅仅靠前臂的四个表面肌电极无法完全准确的获得手部的运动信息,其中可能会夹杂前臂和上臂运动的运动信息。为此,通过在前臂离腕关节一定距离处、上臂离肘关节一定距离处分别绑定两个惯性测量单元,用以获取前臂和上臂的运动信息,这样,剔除前臂和上臂的运动信息后,即可获得手部的动作信息,使得识别的动作更加准确可靠。

[0071] 进一步的,惯性测量单元包括电源模块、三轴加速度计、三轴陀螺仪、三轴磁强计、通信模块和微处理器,三轴加速度计、三轴陀螺仪和三轴磁强计均与微处理器相连,微处理器通过通信模块与手势信息处理MCU相连,电源模块为惯性测量单元提供电源,三轴加速度计、三轴陀螺仪、三轴磁强计分别用于采集操作者手臂运动时的加速度、角速度和磁场强度,微处理器对采集到的加速度、角速度和磁场强度进行处理,解析出每只手臂的前臂和上臂的运动姿态信息。将导航领域中的惯性测量单元用在人体手势识别,利用其三维空间的加速度、角速度和磁场强度,可以解算出前臂和上臂的姿态,获取准确的运动姿态信息,实现手臂和上臂运动信息的准确识别。

[0072] 基于上述设置,操作者每只手臂上的四个表面肌电极分别采集指总伸肌信号、拇短伸肌信号、指浅屈肌信号和尺侧腕屈肌信号,经模数转换芯片去噪并模数转换后获取操作者的手部动作信息。操作者每只手臂上的两个惯性测量单元分别采集操作者前臂和上臂的运动信息。手势信息处理MCU对手部动作信息及前臂和上臂的运动信息进行融合处理,获取操作者的手臂动作信息,实现对操作者两只手臂动作的识别。A2干电极、Fp2干电极和C4干电极分别采集A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号,经脑电检测与处理芯片处理分类后获取操作者的大脑思维信息。肌脑信息融合处理MCU对操作者的手臂动作信息的大脑思维信息进行融合处理,并对手臂动作信息的大脑思维信息的相干性进行判断,从而实现操作者手势动作意图的判别,获取操作者正确的手势动作。

[0073] 实施例2,一种融合肌电和脑电信息的无人平台操控方法,包括:

[0074] 步骤1,在操作者头部的右耳垂A2区域、右前额Fp2区域和右头顶中央C4区域分别粘贴A2干电极、Fp2干电极和C4干电极;

[0075] 在操作者两个手臂的腕关节附近和肘关节附近分别用松紧带绑住一个惯性测量单元;

[0076] 在操作者两个手臂的前臂的指总伸肌、拇短伸肌、指浅屈肌和尺侧腕屈肌处的皮肤表面分别粘贴一个表面肌电极。

[0077] 步骤2,操作者开始手势动作;

[0078] A2干电极、Fp2干电极和C4干电极分别采集A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号;

[0079] 操作者每只手臂的前臂上的四个表面肌电极分别采集手部的指总伸肌信号、拇短伸肌信号、指浅屈肌信号和尺侧腕屈肌信号;

[0080] 操作者每只手臂的腕关节附近和肘关节附近的两个惯性测量单元分别采集操作者前臂和上臂运动时的加速度、角速度和磁场强度。

[0081] 步骤3,脑电检测与处理芯片对采集到的A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号进行处理分类,获取操作者的大脑思维信息;

[0082] 其中,在对脑电信号分类处理时,可根据脑电信号的频率来区分是哪个区域的脑电信号,由于采用ThinkGear AM芯片,即便极微弱的脑电信号也可以检测到,同时还可以过滤掉噪音,还原出各个区域的原始脑电信号。A2区域脑电信号作为基准信号,Fp2区域的脑电信号用于识别自发性脑电信号,头部C4区域的脑电信号用于识别手势运动诱发性脑电信号。

[0083] 惯性测量单元获取操作者前臂和上臂的运动信息,对采集到的加速度、角速度和

磁场强度进行处理,解析出每只手臂的前臂和上臂的运动姿态信息。

[0084] 其中,在对采集到的加速度、角速度和磁场强度进行处理时,先采用平滑滤波器对采集到的信号滤波处理,去除干扰信号,并采用扩展卡尔曼滤波算法解析出三维空间中的运动姿态,以准确获取每只手臂的前臂和上臂的运动姿态信息。

[0085] 模数转换芯片对表面肌电极采集到的信号去噪处理并模数转换,获取操作者每只手臂的手部动作信息。

[0086] 其中,在对表面肌信号进行处理时,由于采用ADS1298芯片,可对两只手臂上8个表面肌电极的肌电信号同时进行模数转换,剔除相互之间的干扰,确保识别的准确性,即能同时对左手手部和右手手部的动作进行识别。同时,由于惯性测量单元已经解析出每只手臂的前臂和上臂的运动姿态信息,此时,可以剔除前臂和上臂运动导致的手部运动,获取单纯手部运动时的,手部运动信息,更加准确的识别手部动作。

[0087] 进一步的,还需用小波变换对去噪分类处理后的A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号的时域信息和频域信息进行分析,分别获取A2区域脑电信号、Fp2区域脑电信号和C4区域脑电信号的频率及功率谱函数,便于后续脑肌信号相干性的判断。采用小波变换算法相对简单,数据处理量较小,运算速度较快,实时性较好。

[0088] 步骤4,手势信息处理MCU对手部动作信息及前臂和上臂的运动信息进行融合处理,获取操作者的手臂动作信号即手臂动作信息,实现对操作者两只手臂动作的识别。

[0089] 在融合处理时,对上臂、前臂和手部的运动信息进行融合,可实现手臂完整动作的识别。

[0090] 进一步的,用小波变换对去噪处理后的手臂动作信号的时域信息和频域信息进行分析,获取手臂动作信号的频率及功率谱函数,便于后续脑肌信号相干性的判断。

[0091] 步骤5,肌脑信息融合处理MCU对操作者的手臂动作信息 and 大脑思维信息进行融合处理,并对手臂动作信息 and 大脑思维信息的相干性进行判断,剔除因被动动作或故意动作所造成的误触发动作,实现操作者手势动作意图的判别,获取操作者正确的手势动作。

[0092] 具体的,采用以下判断方法:

[0093] 以A2干电极的电压作为基准电压;

[0094] 计算Fp2区域脑电信号的功率谱函数和手臂动作信号的功率谱函数的相干系数,当该相干系数低于预先设定的阈值时,判定手臂动作为无意动作,否则为有意动作;

[0095] 计算C4区域脑电信号的功率谱函数和手臂动作信号的功率谱函数的相干系数,当该相干系数低于预先设定的阈值时,判定手臂动作为被动动作,否则为主动动作。

[0096] 其中,在对相干系数的阈值设定时,通过多组实验数据获得。例如,让操控者做出多组的手势动作,相同的手势动作(手部和/或上臂和/或前臂动作各种组合)的有意动作、无意动作各做一次,分别记录做有意动作、无意动作时的Fp2区域脑电信号、手臂动作信号的时域、频域信息,计算记录的Fp2区域脑电信号、手臂动作信号的相干性,确定出判断主动动作和被动动作的相干系数。让操控者做出多组的手势动作,相同的手势动作(手部和/或上臂和/或前臂动作各种组合)的主动动作、被动动作各做一次,分别记录做主动动作与被动动作时的C4区域脑电信号、手臂动作信号的时域、频域信息,计算记录的C4区域脑电信号、肌电信号分别进行相干性,确定出判断主动动作和被动动作的相干系数。

[0097] 在计算相干系数时,采用如下公式:

[0098]
$$\text{Coh}_{S,N}(f) = \frac{|S_{S,N}(f)|^2}{|S_{SS}(f)||S_{NN}(f)|};$$

[0099] 其中,

[0100] $S_{S,N}(f)$ 为脑电信号和手臂动作信号的互谱,
$$S_{S,N}(f) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i(f) N_i^*(f);$$

[0101] $S_{SS}(f)$ 为手臂动作信号的自谱,
$$S_{SS}(f) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i(f) S_i^*(f);$$

[0102] $S_{NN}(f)$ 为脑电信号的自谱,
$$S_{NN}(f) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n N_i(f) N_i^*(f);$$

[0103] 其中, $S_i(f)$ 为手臂肌电信号函数, $N_i(f)$ 为脑电信号函数, $S_i^*(f)$ 为手臂肌电信号共轭函数, $N_i^*(f)$ 为脑电信号共轭函数。

[0104] 步骤6, 肌脑信息融合处理MCU通过一对无线数传电台将正确的手势动作指令发送到无人平台主控制器上。

[0105] 步骤7, 无人平台主控制器根据操作者的手势动作指令, 控制无人平台进行相应的手势动作。其中, 无人平台可以为无人飞机、无人汽车等等。

[0106] 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。

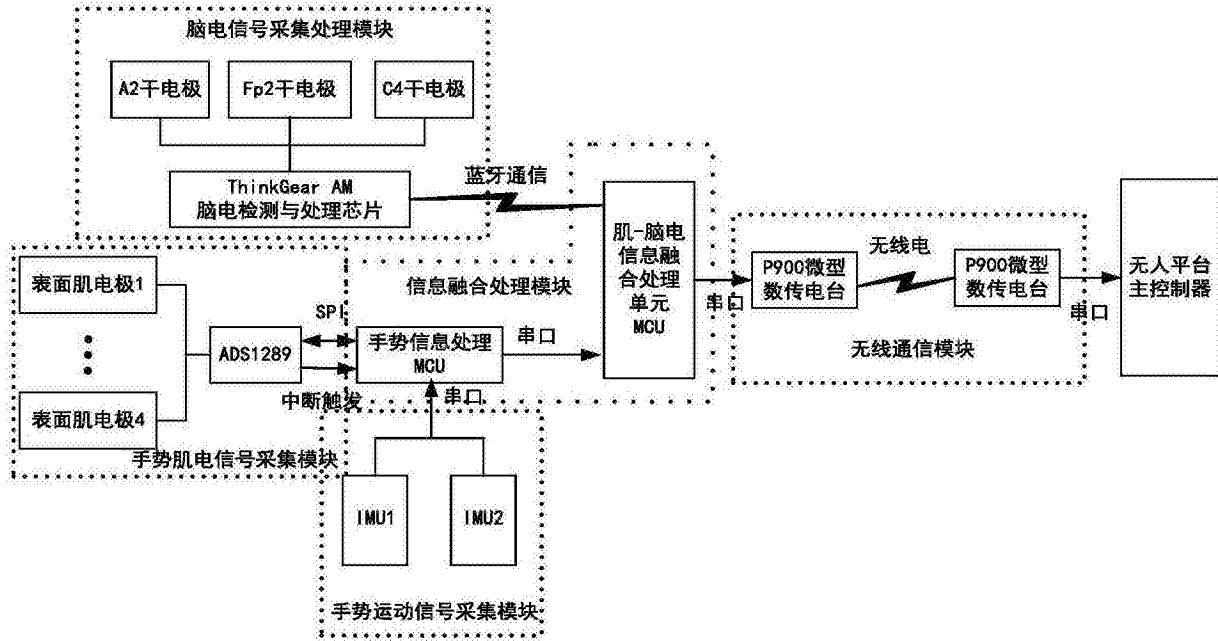


图1

专利名称(译)	融合肌电和脑电信息的无人平台操控系统及操控方法		
公开(公告)号	CN107817731A	公开(公告)日	2018-03-20
申请号	CN201711208269.9	申请日	2017-11-27
[标]申请(专利权)人(译)	中国兵器工业计算机应用技术研究所		
申请(专利权)人(译)	中国兵器工业计算机应用技术研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国兵器工业计算机应用技术研究所		
[标]发明人	赵小川		
发明人	赵小川		
IPC分类号	G05B19/042 A61B5/00 A61B5/0476 A61B5/0488 A61B5/11		
CPC分类号	G05B19/0423 A61B5/0476 A61B5/0488 A61B5/1116 A61B5/72 G05B2219/25257		
代理人(译)	王程远		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种融合肌电和脑电信息的无人平台操控系统，包括：脑电信号采集处理模块，其通过蓝牙与信息融合处理模块进行通信；手势肌电信号采集模块，其通过SPI总线与所述信息融合处理模块进行通信；手势运动信号采集模块，其通过串口与所述信息融合处理模块进行通信；信息融合处理模块，其通过串口与无线通信模块进行通信；无线通信模块，其通过串口与无人平台控制器进行通信。本发明还公开了一种融合肌电和脑电信息的无人平台操控方法。本发明的有益效果：不仅可对操作者整个手臂的手势动作进行识别，也能正确捕捉操作者的动作意图，实现对无人平台的精确控制。

$$Coh_{S,N}(f) = \frac{|S_{S,N}(f)|^2}{|S_{SS}(f)| |S_{NN}(f)|};$$