



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110960195 A

(43)申请公布日 2020.04.07

(21)申请号 201911355112.8

(22)申请日 2019.12.25

(71)申请人 中国科学院合肥物质科学研究院
地址 230031 安徽省合肥市蜀山湖路350号

(72)发明人 李海 张政霖 杨立状 王宏志

(74)专利代理机构 北京科迪生专利代理有限公司 11251

代理人 安丽

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/053(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

A61B 5/145(2006.01)

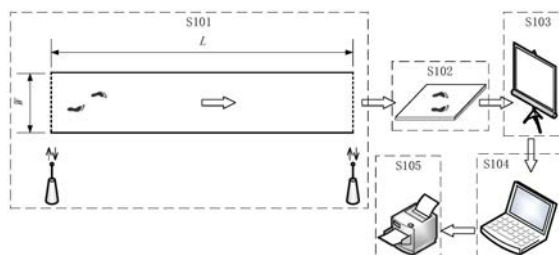
权利要求书3页 说明书11页 附图2页

(54)发明名称

一种方便快捷的神经认知功能评估方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种方便快捷的神经认知功能评估方法及装置,涉及医疗技术领域。包括获取评估对象的生理信息、声音信息和步态信息,融合多模态数据自动分析评估对象的神经认知功能;并快速得到评估结果。一体化的评估流程,方法准确性和效率高;装置适应性、可移动性强,配置和维护成本低。本发明不仅可以用于常规的认知功能评估、跌倒风险预测,而且一定程度上还可以针对认知功能障碍人群进行前期预防、后期康复训练和指导治疗,以及推动认知机制的研究。



1. 一种方便快捷的神经认知功能评估方法,其特征在于:基于多模态数据的一体化流程,所述多模态数据包括生理信息、声音信息和步态信息;所述生理信息包括皮肤电阻数据和心率血氧数据,所述步态信息包括步态运动学特征和步态动力学特征,所述步态动力学特征包括足底压力分布信息和踱步区域变化信息;具体步骤包括:

步骤1:进行正常行走测试,在走道上执行,所述走道的起始和终止处各放置一个光电传感器S1和S2,采集此时的生理信息及步态信息中的步态运动学特征;所述步态运动学特征包括步长、步频SF1、步速和步行周期;

步骤2:进行原地匀速踱步的基线测试,在压力板上执行,采集此时生理信息,以及步频SF2和步态动力学特征;所述步态动力学特征包括足底压力分布信息和踱步区域变化信息;

步骤3:进行双任务测试,所述双任务为原地匀速踱步和简单认知测试同时进行的测试;所述双任务在一压力板上执行,采集此时的生理信息和声音信息,以及步频SF3和步态动力学特征,所述步态动力学特征包括足底压力分布信息和踱步区域变化信息;

步骤4:进行原地节律踱步的基线测试,在压力板上执行,采集此时的生理信息以及步态动力学特征;

步骤5:利用处理器对步骤1、2、3和4中所述的生理信息进行预处理,再上传至电脑端进行数据分析处理,得到评估过程中评估对象的皮肤电阻、心率血氧变化曲线的可视化结果;

利用处理器对步骤1中所述步态运动学特征进行预处理,得到步长、步频、步速和步行周期,并上传至电脑端进行数据分析处理,得到步周变化率STV以及可视化结果,所述步周变化率STV定义为所述步行周期的标准差 σ_{GC} 与其平均值 μ_{GC} 的比率;

利用处理器对步骤2和3中所述步频SF2、SF3进行预处理,并上传至电脑端进行数据分析处理,得到步周变化率STV和双任务步频成本FC以及可视化结果,所述双任务步频成本FC为步频SF3相对于步频SF2的变化率;

电脑端对步骤3中所述声音信息进行识别处理,计算出评估对象所述简单认知测试的正确率,并且根据声音的频谱特性,以及情感模型分析出情绪认知波动;

电脑端对步骤2、3和4中所述步态动力学特征进行处理,计算分析出足底压力分布和踱步区域变化结果,并计算出双任务动力学成本DC及将结果可视化,所述双任务动力学成本DC为步骤3中的最大踱步区域面积 $A2_{max}$ 相对于步骤2中的最大踱步区域面积 $A1_{max}$ 的变化率。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述步骤1中,步频SF1的计算方法:评估对象从起始处开始踏入走道,触发起始处所述光电传感器S1,处理器开启定时器Timer1;此后,任一侧足跟第一次触地,每次仅接收同侧足首次触地信号,处理器计数器Counter1赋值为1;接着对侧足跟触地,处理器计数器Counter1加1;依次往下进行,直至评估对象一侧腿触发终点处所述光电传感器S2,且该侧腿所属的足跟触地,处理器关闭定时器Timer1和计数器Counter1,得到总时间 $T=Timer1$ 和总足跟触地次数 $N1=Counter1$,则评估对象的所述步频 $SF1=N1/T$ 。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述步骤2中,步频SF2的计算方法:每次足跟触地,处理器的计数器Counter2加1,直至所述步骤2结束,处理器关闭计数器Counter2并记录此时总足跟触地次数 $N2=Counter2$,则所述步频 $SF2=N2/\text{所述步骤2所耗费的时间}$ 。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述步骤3中,步频SF3的计算方法:每次足跟触地,处理器的计数器Counter3加1,直至所述步骤3结束,处理器关闭计数器Counter3并

记录此时总足跟触地次数 $N3=Counter3$,则所述步频 $SF3=N3/\text{所述步骤3所耗费的时间}$ 。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述步骤3中,所述简单认知测试为500连续减3测试,即为将数字500减去3,并说出结果,再将所得到的数字再减去3,说出结果……,依次往下进行,直到减到1或者一分钟计时结束为止。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述步骤1中,对所述步行周期进行多次采样,并求取平均值,步行周期的采集方法为:评估对象一侧足跟第1次触地,开启处理器的定时器Timer;同侧足跟第2次触地,开启计数器Counter'并赋值为1,处理器记录该过程的所述步行周期 $GC_1=Timer$;复位定时器 $Timer=0$,重新开始计时,重复进行直至终点处所述光电传感器被触发,处理器记录此时的计数值 $n=Counter'$,则一系列步行周期采样值依次为 $GC_1、GC_2、GC_3\cdots GC_n$;关闭定时器Timer和计数器Counter',则步行周期平均值 $\mu_{GC}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n GC_i$,式中n为处理器记录的计数值Counter',也即步行周期的采样数,i为求和符号中的项数;

根据所述步行周期,求得步骤5中步周变化率STV,所述步周变化率STV定义为所述步行周期的标准差 σ_{GC} 与其平均值 μ_{GC} 的比率,则 $STV=\sigma_{GC}/\mu_{GC}\times 100\%$,其中,

$\sigma_{GC}=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n (GC_i-\mu_{GC})^2}$,式中n为上述处理器记录的计数值Counter',也即所述步行周期的采样数,i为求和符号中的项数。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述步骤1中,步速和步长计算为:所述走道长为L,则步速 $SV=L/T$,式中T为总时间,所述步长 $SL=L/N1$,N1总足跟触地次数。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述步骤5中,双任务步频成本FC计算为: $FC=(SF3-SF2)/SF2\times 100\%$;所述步骤2和步骤3中踱步区域变化信息均通过最大踱步区域面积 A_{max} 定量分析,所述最大踱步区域面积 A_{max} 通过可视化所述踱步区域变化信息并经过电脑端计算处理得到, $A1_{max}$ 和 $A2_{max}$ 分别为步骤2和步骤3的最大踱步区域面积,则所述双任务动力学成本DC计算为: $DC=(A2_{max}-A1_{max})/A1_{max}\times 100\%$ 。

9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,将所述步骤5中分析处理后的所述多模态数据与常模数据对比,得到每项结果报告,包括:

电脑终端对所述多模态数据进行数据分析处理,计算综合神经认知功能得分,并进行跌倒风险评估、结果解释、指导建议与神经认知功能评估报告生成;

打印端将所述神经认知功能评估报告打印输出,所述神经认知功能评估报告,包括:评估全程的心率、血氧和皮电变化曲线以及各项平均值,每项对应的常模数据;

步长SL、步速SV、步行周期平均值 μ_{GC} 、步行周期变化曲线以及步周变化率STV;

所述步骤1、2和3分别对应的步频SF1、SF2和SF3,每项对应的常模数据;

所述步骤2、3和4分别对应的足底压力分布热力图、最大踱步区域面积,每项对应的常模数据;

双任务步频成本FC和双任务动力学成本DC,每项对应的常模数据;

所述步骤3中简单认知测试的正确率,对应的常模数据;

综合神经认知功能得分和跌倒风险评估;

结果解释与指导建议。

10.一种方便快捷的神经认知功能评估装置,其特征在于:包括信息采集模块、无线通讯模块、显示与播放模块、数据预处理与控制模块、数据分析处理模块和报告打印模块;

所述信息采集模块包括生理信息采集模块、声音信息采集模块和步态信息采集模块,其中所述步态信息采集模块包括步态运动学特征采集模块和步态动力学特征采集模块;

所述生理信息采集模块包括皮肤电阻传感器和心率血氧传感器,分别用于采集皮肤电阻信息和心率与血氧信息;所述声音信息采集模块包括麦克风和电脑端语音处理,用于收集语音信息;所述步态运动学特征采集模块包括两个压力传感器,分别固定于评估对象的两足跟底部,用于采集常规步态信息;所述步态动力学特征采集模块为一布满压力传感器的压力板,用于采集足底压力分布信息和踱步区域变化信息;

所述无线通讯模块包括信号发送端和接收端,用于各个模块之间的数据传输;

所述显示与播放模块为一带有扬声器的液晶显示屏,用于指导语文本显示和语音播放,以及踱步节奏信息指示;

所述数据预处理与控制模块至少包括一个处理器,作为下位机,用于控制评估流程以及数据的预处理;

所述数据分析处理模块为一电脑端,作为上位机,用于对接收到的所有数据进行最终的数据分析处理,并得到最终的评估报告;

所述报告打印模块为一打印机端,用于打印神经认知功能评估报告。

一种方便快捷的神经认知功能评估方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗技术领域,尤其涉及一种方便快捷的神经认知功能评估方法及装置。

背景技术

[0002] 器质性疾病,如肿瘤、脑小血管疾病;神经类疾病,如卒中、帕金森、阿尔茨海默;治疗手段,如脑手术、放疗、化疗;以及衰老等都会导致神经认知功能障碍,因此有必要设计出一种简便的方法和装置,实现对神经认知功能的快速评估。

[0003] 目前方便快捷的神经认知功能评估体系还未建立,传统的神经认知功能评估仅仅是针对特定疾病或是认知区,而且一般采用纸笔测试,或是基于计算机的评估方式,评估流程繁琐、一致性低、标准化要求高,这都会影响认知评估结果。

[0004] 大脑负责认知和运动的通路互有重叠,当执行双重任务时,比如行走的同时执行认知任务,其步态和认知功能会变差,这种竞争关系会导致认知障碍和步态异常,甚至会增加跌倒风险。因此,步速、步频和步长等这些步态参数可以作为神经认知功能障碍的预测依据,从而可以通过分析步态参数,对神经认知功能进行快速评估。

[0005] 此外,语音、皮肤电阻、心率和血氧等多模态数据也能够反映神经认知功能变化。

[0006] 目前结合步态数据,已经在认知相关疾病评估以及跌倒风险预测中广泛应用,比如公开号为CN 110211693的专利介绍了一种自动化步态分析评估HIBD治疗后的运动功能恢复情况,通过对分析评估对象的多种步态参数,得到对象的恢复情况,但这种方法装置目前仅针对动物实验;授权号为CN 106887115的专利介绍了一种老人跌倒监测装置及跌倒风险评估方法,通过惯性传感器与压力传感器采集姿态与步态信息,监测跌倒以及评估风险,但这种方法装置仅关注对老年人的跌倒,并没有深入挖掘跌倒背后与认知功能的相关性。

发明内容

[0007] 本发明的主要目的在于:克服现有技术的不足,提供一种方便快捷的神经认知功能评估方法及装置,旨在解决现有技术不能够方便、快速、有效、系统地进行神经认知功能评估的问题。

[0008] 为实现上述目的,本发明实施例提供以下技术方案:

[0009] 一种方便快捷的神经认知功能评估方法,基于多模态数据的一体化流程,所述多模态数据包括生理信息、声音信息和步态信息;所述生理信息包括皮肤电阻数据和心率血氧数据,所述步态信息包括步态运动学特征和步态动力学特征,所述步态动力学特征包括足底压力分布信息和踱步区域变化信息;具体步骤包括:

[0010] 步骤1:进行正常行走测试,在走道上执行,所述走道的起始和终止处各放置一个光电传感器S1和S2,采集此时的生理信息及步态信息中的步态运动学特征;所述步态运动学特征包括步长、步频SF1、步速和步行周期;

[0011] 步骤2:进行原地匀速踱步的基线测试,在压力板上执行,采集此时生理信息,以及步频SF2和步态动力学特征;所述步态动力学特征包括足底压力分布信息和踱步区域变化信息;

[0012] 步骤3:进行双任务测试,所述双任务为原地匀速踱步和简单认知测试同时进行的测试;所述双任务在一压力板上执行,采集此时的生理信息和声音信息,以及步频SF3和步态动力学特征,所述步态动力学特征包括足底压力分布信息和踱步区域变化信息;

[0013] 步骤4:进行原地节律踱步的基线测试,在压力板上执行,采集此时的生理信息以及步态动力学特征;

[0014] 步骤5:利用处理器对步骤1、2、3和4中所述的生理信息进行预处理,再上传至电脑端进行数据分析处理,得到评估过程中评估对象的皮肤电阻、心率血氧变化曲线的可视化结果;

[0015] 利用处理器对步骤1中所述步态运动学特征进行预处理,得到步长、步频、步速和步行周期,并上传至电脑端进行数据分析处理,得到步周变化率STV以及可视化结果,所述步周变化率STV定义为所述步行周期的标准差 σ_{GC} 与其平均值 μ_{GC} 的比率;

[0016] 利用处理器对步骤2和3中所述步频SF2、SF3进行预处理,并上传至电脑端进行数据分析处理,得到步周变化率STV和双任务步频成本FC以及可视化结果,所述双任务步频成本FC为步频SF3相对于步频SF2的变化率;

[0017] 电脑端对步骤3中所述声音信息进行识别处理,计算出评估对象所述简单认知测试的正确率,并且根据声音的频谱特性,以及情感模型分析出情绪认知波动;

[0018] 电脑端对步骤2、3和4中所述步态动力学特征进行处理,计算分析出足底压力分布和踱步区域变化结果,并计算出双任务动力学成本DC及将结果可视化,所述双任务动力学成本DC为步骤3中的最大踱步区域面积 $A2_{max}$ 相对于步骤2中的最大踱步区域面积 $A1_{max}$ 的变化率。

[0019] 所述步骤1中,步频SF1的计算方法:评估对象从起始处开始踏入走道,触发起始处所述光电传感器S1,处理器开启定时器Timer1;此后,任一侧足跟第一次触地,每次仅接收同侧足首次触地信号,处理器计数器Counter1赋值为1;接着对侧足跟触地,处理器计数器Counter1加1;依次往下进行,直至评估对象一侧腿触发终点处所述光电传感器S2,且该侧腿所属的足跟触地,处理器关闭定时器Timer1和计数器Counter1,得到总时间 $T=Timer1$ 和总足跟触地次数 $N1=Counter1$,则评估对象的所述步频 $SF1=N1/T$ 。

[0020] 所述步骤2中,步频SF2的计算方法:每次足跟触地,处理器的计数器Counter2加1,直至所述步骤2结束,处理器关闭计数器Counter2并记录此时总足跟触地次数 $N2=Counter2$,则所述步频 $SF2=N2/\text{所述步骤2所耗费的时间}$ 。

[0021] 所述步骤3中,步频SF3的计算方法:每次足跟触地,处理器的计数器Counter3加1,直至所述步骤3结束,处理器关闭计数器Counter3并记录此时总足跟触地次数 $N3=Counter3$,则所述步频 $SF3=N3/\text{所述步骤3所耗费的时间}$ 。

[0022] 所述步骤3中,所述简单认知测试为500连续减3测试,即为将数字500减去3,并说出结果,再将所得到的数字再减去3,说出结果……,依次往下进行,直到减到1或者一分钟计时结束为止。

[0023] 所述步骤1中,对所述步行周期进行多次采样,并求取平均值,步行周期的采集方

法为:评估对象一侧足跟第1次触地,开启处理器的定时器Timer;同侧足跟第2次触地,开启计数器Counter'并赋值为1,处理器记录该过程的所述步行周期 $GC_1 = \text{Timer}$;复位定时器 $\text{Timer} = 0$,重新开始计时,重复进行直至终点处所述光电传感器被触发,处理器记录此时的计数值 $n = \text{Counter}'$,则一系列步行周期采样值依次为 $GC_1, GC_2, GC_3, \dots, GC_n$;关闭定时器

Timer和计数器Counter',则步行周期平均值 $\mu_{GC} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n GC_i$,式中n为处理器记录的计数值

Counter',也即步行周期的采样数,i为求和符号中的项数;

[0024] 根据所述步行周期,求得步骤5中步周变化率STV,所述步周变化率STV定义为所述步行周期的标准差 σ_{GC} 与其平均值 μ_{GC} 的比率,则 $STV = \sigma_{GC} / \mu_{GC} \times 100\%$,其中,

$\sigma_{GC} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (GC_i - \mu_{GC})^2}$,式中n为上述处理器记录的计数值Counter',也即所述步行

周期的采样数,i为求和符号中的项数。

[0025] 所述步骤1中,步速和步长计算为:所述走道长为L,则步速 $SV = L/T$,式中T为总时间,所述步长 $SL = L/N_1$, N_1 总足跟触地次数。

[0026] 所述步骤5中,双任务步频成本FC计算为: $FC = (SF_3 - SF_2) / SF_2 \times 100\%$;所述步骤2和步骤3中踱步区域变化信息均通过最大踱步区域面积 $A_{\max}$ 定量分析,所述最大踱步区域面积 $A_{\max}$ 通过可视化所述踱步区域变化信息并经过电脑端计算处理得到, $A_{1\max}$ 和 $A_{2\max}$ 分别为步骤2和步骤3的最大踱步区域面积,则所述双任务动力学成本DC计算为: $DC = (A_{2\max} - A_{1\max}) / A_{1\max} \times 100\%$ 。

[0027] 将所述步骤5中分析处理后的所述多模态数据与常模数据对比,得到每项结果报告,包括:

[0028] 电脑终端对所述多模态数据进行数据分析处理,计算综合神经认知功能得分,并进行跌倒风险评估、结果解释、指导建议与神经认知功能评估报告生成;

[0029] 打印端将所述神经认知功能评估报告打印输出,所述神经认知功能评估报告,包括:评估全程的心率、血氧和皮电变化曲线以及各项平均值,每项对应的常模数据;

[0030] 步长SL、步速SV、步行周期平均值 μ_{GC} 、步行周期变化曲线以及步周变化率STV;

[0031] 所述步骤1、2和3分别对应的步频 SF_1 、 SF_2 和 SF_3 ,每项对应的常模数据;

[0032] 所述步骤2、3和4分别对应的足底压力分布热力图、最大踱步区域面积,每项对应的常模数据;

[0033] 双任务步频成本FC和双任务动力学成本DC,每项对应的常模数据;

[0034] 所述步骤3中简单认知测试的正确率,对应的常模数据;

[0035] 综合神经认知功能得分和跌倒风险评估;

[0036] 结果解释与指导建议。

[0037] 本发明的一种方便快捷的神经认知功能评估装置,包括信息采集模块、无线通讯模块、显示与播放模块、数据预处理与控制模块、数据分析处理模块和报告打印模块;

[0038] 所述信息采集模块包括生理信息采集模块、声音信息采集模块和步态信息采集模块,其中所述步态信息采集模块包括步态运动学特征采集模块和步态动力学特征采集模块;

[0039] 所述生理信息采集模块包括皮肤电阻传感器和心率血氧传感器,分别用于采集皮肤电阻信息和心率与血氧信息;所述声音信息采集模块包括麦克风和电脑端语音处理,用于收集语音信息;所述步态运动学特征采集模块包括两个压力传感器,分别固定于评估对象的两足跟底部,用于采集常规步态信息;所述步态动力学特征采集模块为一布满压力传感器的压力板,用于采集足底压力分布信息和踱步区域变化信息;

[0040] 所述无线通讯模块包括信号发送端和接收端,用于各个模块之间的数据传输;

[0041] 所述显示与播放模块为一带有扬声器的液晶显示屏,用于指导语文本显示和语音播放,以及踱步节奏信息指示;

[0042] 所述数据预处理与控制模块至少包括一个处理器,作为下位机,用于控制评估流程以及数据的预处理;

[0043] 所述数据分析处理模块为一电脑端,作为上位机,用于对接收到的所有数据进行最终的数据分析处理,并得到最终的评估报告;

[0044] 所述报告打印模块为一打印机端,用于打印神经认知功能评估报告。

[0045] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0046] (1) 基于多模态数据,不仅结合了传统的步态信息,如步长、步频、步速和步行周期,而且通过本发明所设计的方法,定义了更为有效的步态评估参数,如双任务步频成本和双任务动力学成本,使得评估结果更为直观,大大提高了信度和效度;此外将语音识别与情感计算纳入认知评估,同时结合电生理信息,进一步提高认知评估方法的信度和评估结果的准确性;

[0047] (2) 基于本发明所设计的评估流程和装置,标准化、一体化的程度更高,5分钟内完成全部评估项目并生成评估报告,效率高、方便快捷;

[0048] (3) 不同于利用多种复杂的传感器才能采集到步态信息的其他方法,本发明仅依赖压力传感器便能够准确得到多种步态信息,且传感器体积小,便于佩戴,适应性强;整套装置可移动性强,且鲁棒性高,不依赖于特定环境,适应人群广,配置和维护成本低;

[0049] (4) 本发明评估报告的结果直观,能够分析出多模态数据间的相关性,极大促进了后续的认知机制研究。

附图说明

[0050] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本发明的实施例,并与说明书一起用于解释本发明的原理。

[0051] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,对于本领域普通技术人员而言,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0052] 图1是本发明一个较优实施例提供的一种方便快捷的神经认知功能评估装置的安装布局示意图;

[0053] 图2是本发明一个较优实施例提供的一种方便快捷的神经认知功能评估方法的步骤流程图;

[0054] 图3是本发明一个较优实施例提供的一种方便快捷的神经认知功能评估装置的结构示意图。

具体实施方式

[0055] 为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进行详细介绍。

[0056] 本发明结合多模态数据,通过融合步态、语音、皮肤电阻、心率和血氧多模态数据,提供了一种方便快捷的神经认知功能评估方法及装置,不仅可以用于常规的认知功能评估、跌倒风险预测,而且一定程度上还可以针对认知功能障碍人群进行前期预防、后期康复训练和指导治疗,以及推动认知机制的研究。

[0057] 第一方面,本发明提供了一种方便快捷的神经认知功能评估方法,所述方法基于4个步骤,并分析多模态数据,包括:

[0058] 预先对评估对象进行传感器佩戴并告知评估流程,包括:

[0059] 两个压力传感器分别固定于评估对象的两只足跟底部,用于采集步态信息,作为所述多模态数据的来源之一。

[0060] 优选的,所述压力传感器为单点式柔性薄膜压力传感器。

[0061] 所述左足跟压力传感器为P1,所述右侧足跟传感器为P2。

[0062] 皮肤电阻传感器的两个电极指套分别佩戴于评估对象的任意手指上,用于采集皮电信息,作为所述多模态数据的来源之一。

[0063] 心率血氧传感器固定于评估对象的手腕处,用于采集心率和血氧信息,作为所述多模态数据的来源之一。

[0064] 麦克风佩戴于评估对象的嘴巴处,用于收集语音信息,作为所述多模态数据的来源之一。

[0065] 步骤1:正常行走测试,要求评估对象以正常行走速度踏入走道并以直线形式走完全程,所述走道长为L,宽为W。

[0066] 优选的, $L=4\text{m}$, $W=0.7\text{m}$ 。

[0067] 所述走道起始和终止处各放置一个光电传感器S1和S2,所述两个光电传感器S1和S2的高度H1都高于评估对象正常行走时脚抬起高度,并低于评估对象的膝盖高度。

[0068] 优选的, $H1=40\text{cm}$ 。

[0069] 优选的,所述光电传感器S1和S2为漫反射式红外光电传感器。

[0070] 步骤1全程收集评估对象的步态参数、皮电数据、心率和血氧数据。

[0071] 优选的,所述皮电数据和所述心率和血氧数据的采样频率为20Hz。

[0072] 所述步态参数包括步频SF1、步行周期GC、步周变化率STV、步速SV和步长SL。

[0073] 评估对象从起始处开始踏入走道,触发起始处所述光电传感器S1,处理器开启定时器Timer1;此后,任一侧足跟第一次触地(每次仅接收同侧足首次触地信号),处理器计数器Counter1赋值为1;接着对侧足跟触地,处理器计数器Counter1加1;依次往下进行,直至评估对象一侧腿触发终点处所述光电传感器S2,且该侧腿所属的足跟触地,处理器关闭定时器Timer1和计数器Counter1。得到总时间 $T=\text{Timer1}$ 和总足跟触地次数 $N1=\text{Counter1}$,则评估对象的所述步频 $\text{SF1}=N1/T$ 。

[0074] 评估对象一侧足跟第1次触地,开启处理器的定时器Timer;同侧足跟第2次触地,开启计数器Counter'并赋值为1,处理器记录该过程的所述步行周期 $\text{GC}_1=\text{Timer}$;复位定时

器Timer=0,重新开始计时,重复进行直至终点处所述光电传感器被触发,处理器记录此时的计数值 $n=Counter'$,则步骤1整个过程的一系列所述步行周期依次为 $GC_1、GC_2、GC_3\cdots GC_n$;关闭定时器Timer和计数器Counter'。则所述步行周期平均值 $\mu_{GC}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n GC_i$ 。

[0075] 所述步周变化率STV定义为所述步行周期的标准差 σ_{GC} 与其平均值 μ_{GC} 的比率,则

$$STV=\sigma_{GC}/\mu_{GC}\times 100\%, \text{ 其中, } \sigma_{GC}=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n (GC_i-\mu_{GC})^2}。$$

[0076] 所述步速 $SV=L/T$,所述步长 $SL=L/N1$ 。

[0077] 步骤2:原地匀速踱步的基线测试,要求评估对象站立在走道前方的阵列式压力板上,遵循正前方屏幕上的文本指示和语音指导语。

[0078] 优选的,踱步时间为1分钟。

[0079] 步骤2,全程收集评估对象的步态参数、皮电数据、心率和血氧数据。

[0080] 优选的,所述皮电数据和所述心率和血氧数据的采样频率为20Hz。

[0081] 所述步态参数包括步频SF2、动力学特征,所述动力学特征包括足底压力分布信息和踱步区域变化信息。

[0082] 所述步频SF2通过评估对象两足跟压力传感器P1和P2采集计算,方法为每次足跟触地,处理器的计数器Counter2加1,直至步骤2结束,处理器关闭计数器Counter2并记录此时总足跟触地次数 $N2=Counter2$,则所述步频 $SF2=N2/\text{步骤2时间}$,优选的,所述步频 $SF2=N2/1=N2\text{ steps/min}$ 。

[0083] 所述足底压力分布信息通过阵列式压力板采集,用热力图显示,电脑端自动分析。

[0084] 所述踱步区域变化信息通过阵列式压力板采集,用最大踱步区域面积 $A1_{\max}$ 定量分析。

[0085] 步骤3:原地匀速踱步和简单认知测试同时进行的双重任务,要求评估对象继续站立在阵列式压力板上,遵循所述屏幕上的文本指示和语音指导语。

[0086] 优选的,所述简单认知测试为500连续减3测试,要求评估对象一边原地踱步,一边连续回答“500-3”的每次计算结果(仅要求大声清晰地说出每次计算的结果,不能犹豫和反悔)。当计算结束(减到1)或是1分钟倒计时结束步骤3。

[0087] 步骤3,全程收集评估对象的语音数据、步态参数、皮电数据、心率和血氧数据。

[0088] 优选的,所述皮电数据和所述心率和血氧数据的采样频率为20Hz。

[0089] 所述语音数据由所述麦克风收集并上传至电脑端进行语音识别,计算出评估对象所述简单认知测试的正确率,并且根据所述语音数据的频谱特性和情感模型分析出情绪认知波动。

[0090] 所述步态参数包括步频SF3、动力学特征,所述动力学特征包括足底压力分布信息和踱步区域变化信息。

[0091] 所述步频SF3通过评估对象两足跟压力传感器P1和P2采集计算,方法为每次足跟触地,处理器的计数器Counter3加1,直至步骤3结束,处理器关闭计数器Counter3并记录此时总足跟触地次数 $N3=Counter3$,则所述步频 $SF3=N3/\text{步骤3时间}$ 。

[0092] 所述足底压力分布信息通过阵列式压力板采集,用热力图显示,电脑端自动分析。

[0093] 所述踱步区域变化信息通过阵列式压力板采集,用最大踱步区域面积 $A2_{\max}$ 定量分

析。

[0094] 步骤4:原地节律踱步的基线测试,要求评估对象继续站立在阵列式压力板上,遵循所述屏幕上的文本指示和语音指导语:。

[0095] 优选的,踱步时间为1分钟。

[0096] 优选的,所述屏幕上会依次间隔出现两只颜色不同的圆形,左边为红色,右边为黑色,分别对应左右两足,当所述左边红色圆形出现时要求评估对象左足抬起并落下;当所述右边黑色圆形出现时要求评估对象右足抬起并落下,以此往复循环;要求评估对象踱步的节奏与所述圆形出现的频率始终保持一致。

[0097] 步骤4全程收集评估对象的步态参数、皮电数据、心率和血氧数据。

[0098] 优选的,所述皮电数据和所述心率和血氧数据的采样频率为20Hz。

[0099] 所述步态参数包括动力学特征,所述动力学特征包括足底压力分布信息和踱步区域变化信息。

[0100] 所述足底压力分布信息通过阵列式压力板采集,用热力图显示,电脑端自动分析。

[0101] 所述踱步区域变化信息通过阵列式压力板采集,用最大踱步区域面积 $A_{3\max}$ 定量分析。

[0102] 定义双任务步频成本FC为步骤3中的所述步频SF3相对于步骤2中的所述步频SF2的变化率,即 $FC = (SF3 - SF2) / SF2 \times 100\%$ 。

[0103] 定义双任务动力学成本DC为步骤3中的所述最大踱步区域面积 $A_{2\max}$ 相对于步骤2中的所述最大踱步区域面积 $A_{1\max}$ 的变化率,即 $DC = (A_{2\max} - A_{1\max}) / A_{1\max} \times 100\%$ 。

[0104] 第二方面,本发明提供了一种方便快捷的神经认知功能评估装置,包括生理信息采集模块、声音信息采集模块、走道、步态运动学特征采集模块、步态动力学特征采集模块、指导语显示和播放模块、无线通讯模块、处理器控制模块、数据分析处理电脑终端以及评估报告打印端。

[0105] 所述生理信息采集模块包括皮肤电阻传感器和心率血氧传感器,皮肤电阻传感器的两个电极指套分别佩戴于评估对象的任意手指上,用于采集皮电信息;心率血氧传感器固定于评估对象的手腕处,用于采集心率和血氧信息。

[0106] 所述声音信息采集模块包括麦克风和电脑端语音处理,麦克风佩戴于评估对象的嘴巴处,用于收集语音信息;电脑端对收集到的语音信息进行识别,计算出评估对象所述简单认知测试的正确率,并且根据语音的频谱特性,以及情感模型分析出情绪认知波动。

[0107] 优选的,所述走道长 $L = 4\text{m}$,宽 $W = 0.7\text{m}$;走道起始和终止处各放置一个光电传感器S1和S2,优选的,S1和S2为漫反射式红外光电传感器;S1和S2的高度H1都高于评估对象正常行走时脚抬起高度,并低于评估对象的膝盖高度,优选的, $H1 = 40\text{cm}$ 。

[0108] 所述步态运动学特征采集模块包括两个压力传感器,分别固定于评估对象的两足跟底部,用于采集常规步态信息;优选的,压力传感器为单点式柔性薄膜压力传感器,量程为1-100kg。

[0109] 所述步态动力学特征采集模块为一阵列式压力板,用于采集足底压力分布信息和踱步区域变化信息,平放在距所述走道终止处正前方 $L1$ 的地面上;优选的, $L1 = 0.5\text{m}$,压力板为 32×32 阵列分布式薄膜压力传感器,1024个独立感应压力传感器均匀分布在边长为60cm的正方形平板上构成所述阵列式压力板,每个独立感应压力传感器尺寸为 $1\text{cm} \times 1\text{cm}$,

量程为1-100kg。

[0110] 所述指导语显示和播放模块包括一块带有扬声器的液晶显示屏,固定于距所述阵列式压力板正前方L2处的可伸缩支架台上,其高度和角度可调,用于指导语的自动播放;优选的,L2=0.3m,屏幕中心高度与评估对象视线平齐。

[0111] 所述无线通讯模块包括信号发送端和接收端,用于各个模块,尤其是上位机和下位机之间的数据传输。

[0112] 所述处理器控制模块,作为下位机,负责整个评估流程的控制以及数据采集和预处理。

[0113] 所述生理信息采集模块、声音信息采集模块和步态运动学特征采集模块之间采用有线方式相连并整合至控制该部分的处理器模块,与供电电池一起固定于评估对象的身上;评估过程中该部分的处理器模块对采集到的信息进行预处理并打包,通过所述无线通讯模块的信号发送端发送至负责数据分析处理的电脑终端。

[0114] 所述数据分析处理电脑终端,作为上位机,通过所述无线通讯模块的信号接收端,对接收到的所有数据进行最终的数据分析处理,并得到最终的评估报告。

[0115] 所述评估报告打印端为一打印机,负责将最终的评估结果打印出来。

[0116] 可选的,评估报告内容包括以下项目:

[0117] (1) 评估全程的心率、血氧和皮电变化曲线以及各项平均值,每项对应的常模数据;

[0118] (2) 步长SL、步速SV、步行周期平均值 μ_{GC} 、步行周期变化曲线以及步周变化率STV;

[0119] (3) 正常行走的步频SF1、原地匀速踱步的基线测试的步频SF2以及双重任务的步频SF3,每项对应的常模数据;

[0120] (4) 原地匀速踱步的基线测试、原地节律踱步的基线测试和双重任务的足底压力分布热力图、最大踱步区域面积,每项对应的常模数据;

[0121] (5) 双任务步频成本FC和双任务动力学成本DC,每项对应的常模数据;

[0122] (6) 简单认知测试的正确率,对应的常模数据;

[0123] (7) 综合神经认知功能得分和跌倒风险评估;

[0124] (8) 结果解释与指导建议。

[0125] 下面结合实施例详细说明。

[0126] 图1为本发明一个较优实施例提供的一种方便快捷的神经认知功能评估装置的安装布局示意图,包括走道、阵列式压力板、带有扬声器的液晶显示屏、电脑终端以及打印机。具体安装布局信息如下:

[0127] 走道S101,在本实施例中,所述走道长L=4m,宽W=0.7m,用于正常行走测试,所述走道起始和终止处各放置一个漫反射式红外光电传感器S1和S2,其高度H1都高于评估对象正常行走时脚抬起高度,并低于评估对象的膝盖高度,本实施例中,H1=40cm。

[0128] 阵列式压力板S102,所述阵列式压力板形状为60cm×60cm的正方形平板,用于采集足底压力分布信息和踱步区域变化信息,平放在距所述走道终止处正前方L1=0.5m的地面上。

[0129] 带有扬声器的液晶显示屏S103,固定于距所述阵列式压力板正前方L2=0.3m处的可伸缩支架台上,其高度和角度可调,用于指导语文本显示和语音播放,以及踱步节奏信息

指示。优选的,屏幕中心高度与评估对象视线平齐。

[0130] 电脑终端S104,放置于所述带有扬声器的液晶显示屏旁,用于对接收到的所有数据进行最终的数据分析处理,并得到最终的评估报告。

[0131] 打印机S105,放于所述电脑终端旁,用于打印神经认知功能评估报告。

[0132] 图2为本发明一个较优实施例提供的一种方便快捷的神经认知功能评估方法的步骤流程图。要求评估对象依次进行4个任务:任务1为正常行走测试任务;任务2为原地匀速踱步的基线测试任务;任务3为原地匀速踱步和简单认知测试同时进行的双重任务;任务4为原地节律踱步的基线测试任务。具体流程包括:

[0133] 步骤S201,获取评估对象的生理信息、声音信息和步态信息。

[0134] 在本实施例中,所述生理信息的采集在4个任务中全部实施,包括皮肤电阻数据(由皮肤电阻传感器获得)和心率血氧数据(由心率血氧传感器获得);所述声音信息的采集在任务3中实施,由麦克风获得;所述步态信息包括步态运动学特征和步态动力学特征,所述步态运动学特征包括步长、步频、步速和步行周期,在任务1中实施所有所述步态运动学特征采集,在任务2和3中实施所述步态运动学特征中的步频采集,由两个单点式柔性薄膜压力传感器获得,所述步态动力学特征包括足底压力分布信息和踱步区域变化信息,在任务2、3和4中实施所有所述步态动力学特征采集,由阵列分布式薄膜压力传感器获得。

[0135] 步骤S202,由于收集到的数据都是原始数据,未经过加工处理,因而无法被后续分析使用,因此需要对原始数据进行计算分析。

[0136] 在本实施例中,所述生理信息经过处理器的预处理,再上传至电脑端进行数据分析处理,得到评估过程中皮电、心率和血氧变化曲线的可视化结果;所述声音信息经过电脑端识别处理,计算出评估对象在简单认知测试中的正确率,并且根据声音的频谱特性和情感模型分析出情绪认知波动;所述步态运动学特征经过处理器预处理得到步长、步频、步速和步行周期并上传至电脑端进行数据分析处理,得到步周变化率STV和双任务步频成本FC,以及可视化结果;所述步态动力学特征经过电脑端处理,计算分析出足底压力分布和踱步区域变化结果,并计算出双任务动力学成本DC,以及将结果可视化。其中所述步态信息经过以下计算处理过程:

[0137] (1) 步频:包括所述任务1中步频SF1、所述任务2中步频SF2和所述任务3中步频SF3的采集与计算:

[0138] (1.1) 所述任务1中步频SF1的采集与计算:评估对象从起始处开始踏入走道,触发起始处所述光电传感器S1,处理器开启定时器Timer1;此后,任一侧足跟第一次触地(每次仅接收同侧足首次触地信号),处理器计数器Counter1赋值为1;接着对侧足跟触地,处理器计数器Counter1加1;依次往下进行,直至评估对象一侧腿触发终点处所述光电传感器S2,且该侧腿所属的足跟触地,处理器关闭定时器Timer1和计数器Counter1。得到总时间 $T = \text{Timer1}$ 和总足跟触地次数 $N1 = \text{Counter1}$,则评估对象的所述步频 $\text{SF1} = N1/T$ 。

[0139] (1.2) 所述任务2(任务3)中步频SF2(SF3)的采集与计算:方法为每次足跟触地,处理器的计数器Counter2(Counter3)加1,直至所述任务2(任务3)结束,处理器关闭计数器Counter2(Counter3)并记录此时总足跟触地次数 $N2 = \text{Counter2}$ ($N3 = \text{Counter3}$),则所述步频 $\text{SF2} = N2/\text{所述任务2所耗费的时间}$,所述步频 $\text{SF3} = N3/\text{所述任务3所耗费的时间}$ 。

[0140] (2) 步行周期:评估对象一侧足跟第1次触地,开启处理器的定时器Timer;同侧足

跟第2次触地,开启计数器Counter'并赋值为1,处理器记录该过程的所述步行周期 $GC_1 = \text{Timer}$;复位定时器 $\text{Timer} = 0$,重新开始计时,重复进行直至终点处所述光电传感器被触发,处理器记录此时的计数值 $n = \text{Counter}'$,则所述任务1整个过程的一系列所述步行周期依次为 $GC_1, GC_2, GC_3, \dots, GC_n$;关闭定时器 Timer 和计数器Counter'。则所述步行周期平均值

$$\mu_{GC} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n GC_i。$$

[0141] (3) 步周变化率STV:定义为所述步行周期的标准差 σ_{GC} 与其平均值 μ_{GC} 的比率,则

$$\text{STV} = \sigma_{GC} / \mu_{GC} \times 100\%, \text{其中}, \sigma_{GC} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (GC_i - \mu_{GC})^2}。$$

[0142] (4) 步速和步长:走道长为 L ,则所述步速 $SV = L/T$,所述步长 $SL = L/N1$,式中 T 为所述任务1中的总时间, $N1$ 为所述任务1中的总足跟触地次数。

[0143] (5) 双任务步频成本FC:定义为所述任务3中的所述步频 $SF3$ 相对于所述任务2中的所述步频 $SF2$ 的变化率,即 $FC = (SF3 - SF2) / SF2 \times 100\%$ 。

[0144] (6) 双任务动力学成本DC:所述踱步区域变化信息通过最大踱步区域面积 $A_{\max}$ 定量分析,通过可视化所述踱步区域变化信息并经过电脑端计算处理得到任务1和任务2的最大踱步区域面积分别为 $A1_{\max}$ 和 $A2_{\max}$,定义双任务动力学成本DC为所述任务3的 $A2_{\max}$ 相对于所述任务2的 $A1_{\max}$ 的变化率,即 $DC = (A2_{\max} - A1_{\max}) / A1_{\max} \times 100\%$ 。

[0145] 步骤S203,分别将分析处理后的所述生理信息、声音信息和步态信息结果与常模数据对比,得到每项结果。

[0146] 步骤S204,电脑终端对所述每项结果进行数据分析处理,计算综合神经认知功能得分,并进行跌倒风险评估、结果解释、指导建议与神经认知功能评估报告生成。

[0147] 步骤S205,打印端将所述神经认知功能评估报告打印输出。

[0148] 图3为本发明一个较优实施例提供的一种方便快捷的神经认知功能评估装置的结构示意图,在本实施例中,上述评估装置包括:

[0149] 信息采集模块S301,包括生理信息采集模块、声音信息采集模块和步态信息采集模块,其中所述步态信息采集模块包括步态运动学特征采集模块和步态动力学特征采集模块。

[0150] 在本实施例中,所述生理信息采集模块包括皮肤电阻传感器和心率血氧传感器,分别用于采集皮电信息和心率与血氧信息;所述声音信息采集模块包括麦克风和电脑端语音处理,用于收集语音信息;所述步态运动学特征采集模块包括两个单点式柔性薄膜压力传感器,量程为1-100kg,用于采集常规步态信息;所述步态动力学特征采集模块为一 32×32 阵列分布式薄膜压力传感器构成的压力板,1024个独立感应压力传感器均匀分布在边长为60cm的正方形平板上构成所述压力板,每个独立感应压力传感器尺寸为1cm $\times$ 1cm,量程为1-100kg,用于采集足底压力分布信息和踱步区域变化信息。

[0151] 无线通讯模块S302,包括信号发送端和接收端,用于各个模块之间的数据传输。

[0152] 显示与播放模块S303,包括一块带有扬声器的液晶显示屏,也可以为任何显示和播放设备,用于指导语文本显示和语音播放,以及所述任务4中的踱步节奏信息指示。

[0153] 数据预处理与控制模块S304,包括处理器,作为下位机,用于控制评估流程以及数

据的预处理。所述处理器为嵌入式微控制器STM32单片机,也可以为通用处理器或嵌入式处理器,例如其他型号的单片机(SCM)、微处理器(MCU)、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他可编程逻辑器件(PLD),还可以是任何处理器的组合。

[0154] 数据分析处理模块S305,是一电脑端,作为上位机,用于对接收到的所有数据进行最终的数据分析处理,并得到最终的评估报告。

[0155] 报告打印模块S306,是一打印机端,用于打印神经认知功能评估报告。所述评估报告中的内容包括以下项目:

[0156] (1) 评估全程的心率、血氧和皮电变化曲线以及各项平均值,每项对应的常模数据;

[0157] (2) 步长SL、步速SV、步行周期平均值 μ_{GC} 、步行周期变化曲线以及步周变化率STV;

[0158] (3) 所述任务1、2和3分别对应的步频SF1、SF2和SF3,每项对应的常模数据;

[0159] (4) 所述任务2、3和4分别对应的足底压力分布热力图、最大踱步区域面积,每项对应的常模数据;

[0160] (5) 双任务步频成本FC和双任务动力学成本DC,每项对应的常模数据;

[0161] (6) 所述任务3中简单认知测试的正确率,对应的常模数据;

[0162] (7) 综合神经认知功能得分和跌倒风险评估;

[0163] (8) 结果解释与指导建议。

[0164] 以上所述仅为本发明的较优实施例以及技术方案的进一步详细说明,所应理解的是,本发明所涉及的范围,并不限于上述技术特征的特定组合而成的技术方案,同时也应涵盖在不脱离上述发明构思的情况下,由上述技术特征或其等同特征进行任意组合而形成的其它技术方案。因此,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

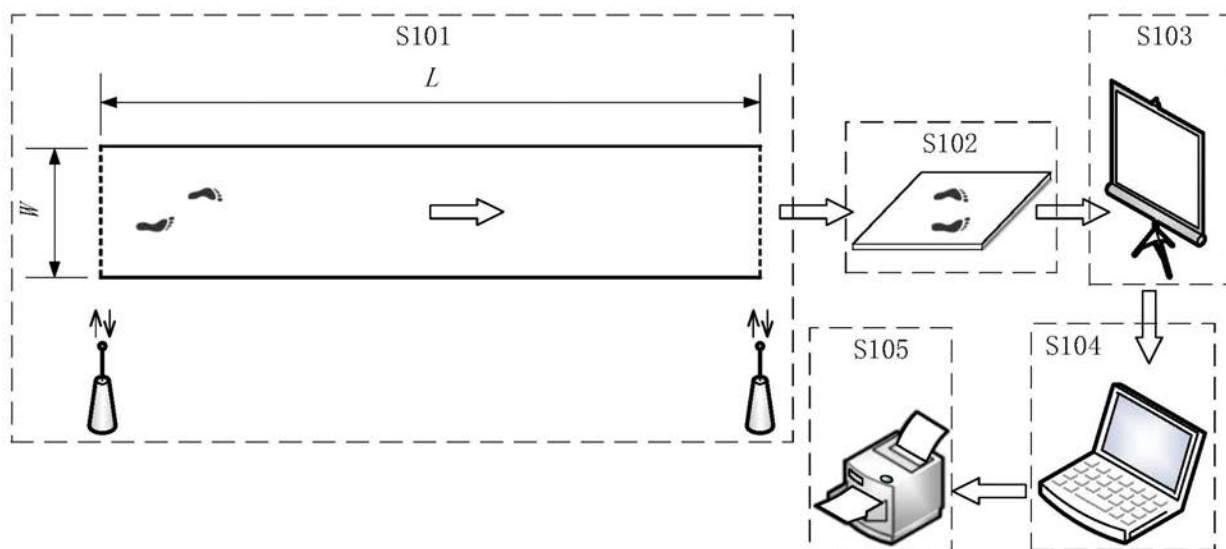


图1

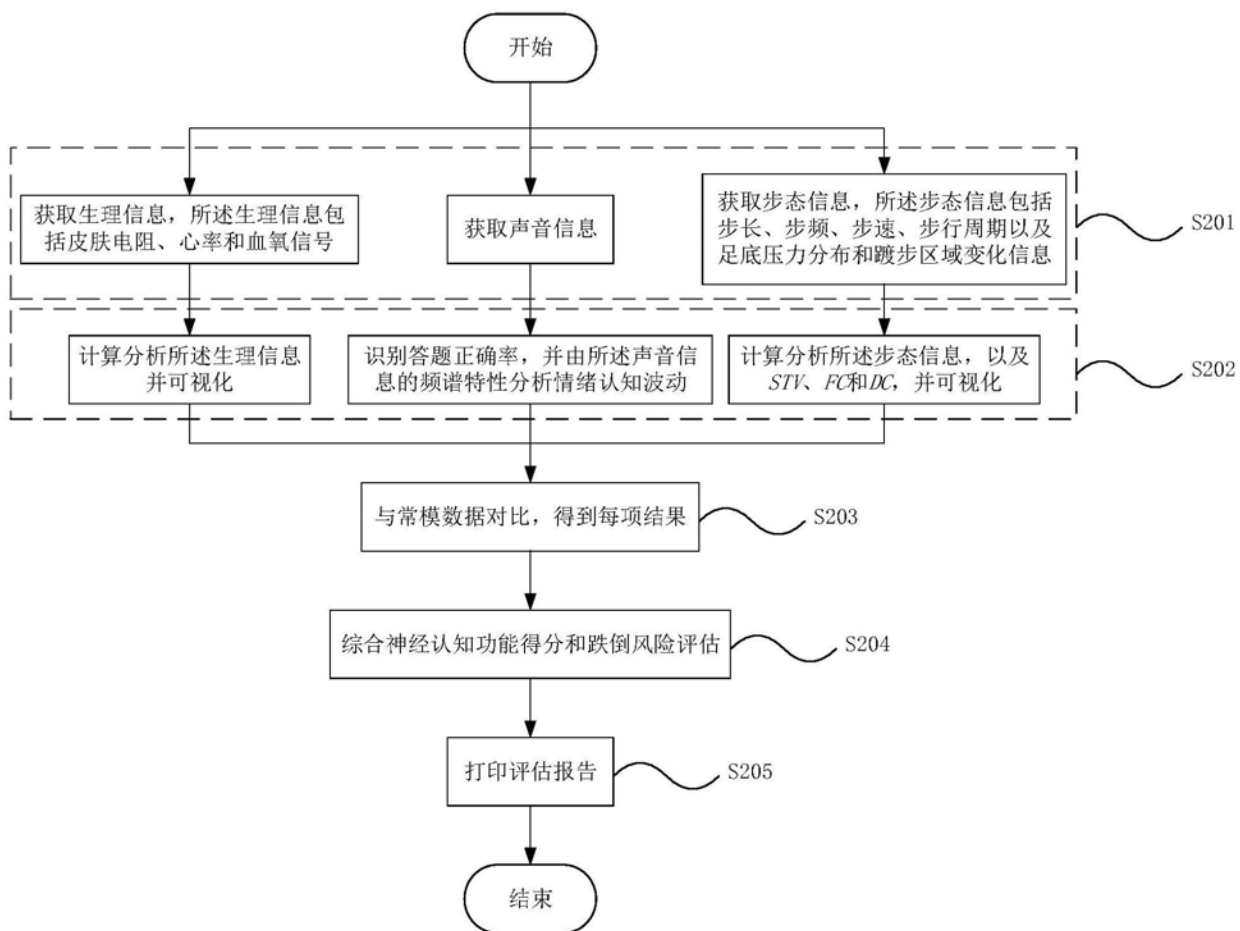


图2

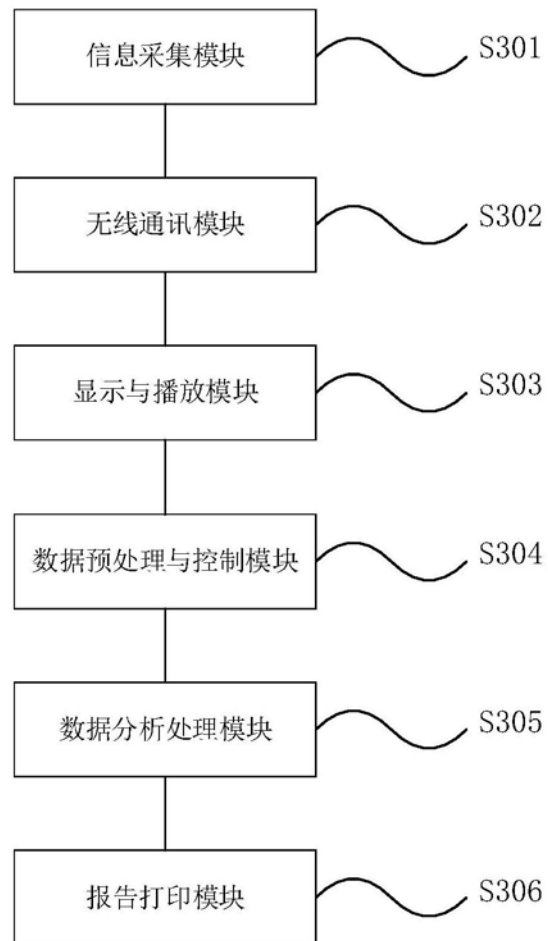


图3

专利名称(译)	一种方便快捷的神经认知功能评估方法及装置		
公开(公告)号	CN110960195A	公开(公告)日	2020-04-07
申请号	CN201911355112.8	申请日	2019-12-25
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院合肥物质科学研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院合肥物质科学研究院		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院合肥物质科学研究院		
[标]发明人	李海 张政霖 杨立状 王宏志		
发明人	李海 张政霖 杨立状 王宏志		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/024 A61B5/053 A61B5/11 A61B5/145		
CPC分类号	A61B5/024 A61B5/0531 A61B5/112 A61B5/145 A61B5/40 A61B5/4076		
代理人(译)	安丽		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种方便快捷的神经认知功能评估方法及装置，涉及医疗技术领域。包括获取评估对象的生理信息、声音信息和步态信息，融合多模态数据自动分析评估对象的神经认知功能；并快速得到评估结果。一体化的评估流程，方法准确性和效率高；装置适应性、可移动性强，配置和维护成本低。本发明不仅可以用于常规的认知功能评估、跌倒风险预测，而且一定程度上还可以针对认知功能障碍人群进行前期预防、后期康复训练和指导治疗，以及推动认知机制的研究。

