



(12)发明专利



(10)授权公告号 CN 107045593 B

(45)授权公告日 2018.11.16

(21)申请号 201710249326.1

G16H 50/20(2018.01)

(22)申请日 2017.04.17

G16H 50/30(2018.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G06T 7/00(2017.01)

申请公布号 CN 107045593 A

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/055(2006.01)

(43)申请公布日 2017.08.15

(73)专利权人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 何宏建 韩璐 丁秋萍 窦权
钟健晖

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司
33200

代理人 林超

(51)Int.Cl.

G16H 40/63(2018.01)

(56)对比文件

CN 105534534 A,2016.05.04,说明书第
[0015]-[0020],[0030],[0035]-[0051],[0054]
段.

马丽佳等.实时功能MRI神经反馈的研究进
展.《国际医学放射学杂志》.2014,第3卷(第37
期),第216页.

审查员 孔昕

权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

具有实时反馈和任务更新功能的脑功能实
验任务刺激系统

(57)摘要

本发明公开了一种具有实时反馈和任务更新功能的脑功能实验任务刺激系统。包括计算平台,实时检测定位大脑功能区、实时监测脑功能成像图像质量和检测并反馈大脑当前任务响应水平;计算平台设有目标大脑区域定位模块、数据质量监测模块、任务水平检测模块和反馈模块;设有数据采集及实时传输模块,原始功能磁共振图像经磁共振扫描仪采集重建后传输至计算平台;还设有任务更新模块,通过比较判断触发控制脑功能刺激仪呈现新的实验任务材料。本发明能提高对大脑特定区域活跃水平的统计判断的效率,缩短脑功能信号采集的总时间,对提高临床病人的脑功能活动扫描效率和功能区的快速定位有很好的实际意义,也可应用于与脑功能区检测相关的神经科学研究。

1. 一种具有实时反馈和任务更新功能的脑功能实验任务刺激系统,包括用于进行实验任务材料呈现的脑功能刺激仪和用于检测脑功能成像的磁共振扫描仪,其特征在于:

还包括用于处理脑功能成像来获得当前任务响应水平数据的计算平台,脑功能刺激仪经计算平台和磁共振扫描仪连接,在实验任务材料呈现过程中计算平台进行实时检测定位大脑功能区、实时监测脑功能成像图像质量、检测大脑当前任务响应水平和反馈的处理;

并且在脑功能刺激仪设有用于进行实验任务材料呈现无缝切换的任务更新模块,任务更新模块根据反馈获得的受试者任务响应水平来控制触发控制脑功能刺激仪呈现新的实验任务材料;

所述的磁共振扫描仪内设有:

数据采集及实时传输模块,用于磁共振扫描仪采集和传输任务实验时受试者的原始功能磁共振图像数据:数据采集及实时传输模块将磁共振扫描仪采集到的各个时刻的数据重建得到原始功能磁共振图像,并实时传输至计算平台;

所述的计算平台内设有:

目标大脑区域定位模块,用于根据标准数据库或功能定位扫描划定单个感兴趣区域或由多个区域联合组成的感兴趣网络,供任务水平检测模块根据感兴趣区域或者感兴趣网络提取脑功能成像信号;

数据质量监测模块,用于根据用户需求对原始功能磁共振图像数据进行预处理,并进行综合评估然后将综合评估结果可视化呈现;

任务水平检测模块,用于实时检测分析预处理后的原始功能磁共振图像数据,计算当前大脑的任务响应水平;

所述的任务水平检测模块,根据研究对象的不同分为全脑分析和仅限于感兴趣区域或者感兴趣网络的感兴趣区分析:

a) 全脑分析

根据预先设计的任务实验范式与血液动力学响应函数进行卷积计算得到理想实验响应函数,然后在任务扫描进程中以TR为间隔计算每个体素的时间序列与其对应时长的理想实验响应函数之间的相关性,获得不断更新的全脑相关性统计参数图,进而获得大脑当前任务响应水平;

或者是,通过模式识别算法来检测大脑当前任务响应状态,先根据已知的实验样本数据训练出判别模型,然后在任务扫描进程中以TR为间隔,利用判别模型来判别全脑体素信息获得大脑当前任务响应水平;

b) 感兴趣区分析

使用感兴趣区域或者感兴趣网络的平均信号强度随时间的波动情况计算大脑当前任务活动水平;

所述的脑功能刺激仪内设有:

任务更新模块,将由计算平台检测获得的受试者任务响应水平或者由反馈模块直观呈现的受试者任务响应水平与预先设定的实验设计阈值进行比较,判断是否触发控制脑功能刺激仪呈现新的实验任务材料,从而实现实验任务材料呈现的无缝切换。

2. 如权利要求1所述的一种具有实时反馈和任务更新功能的脑功能实验任务刺激系统,其特征在于:

所述的目标大脑区域定位模块,用于划定单个感兴趣区域或感兴趣网络,划分方法采用结构像定位或者功能像定位;

结构像定位,采集受试者大脑结构像数据,依据先验知识划定目标脑区,然后将目标脑区配准到去除非脑组织的三维功能图像中,得到感兴趣区域或感兴趣网络;

功能像定位,需先进行针对脑区对应的功能任务实验,并根据功能任务实验的设计范式对全脑做基于体素的激活检测分析采集,得到全脑的激活统计参数图,通过预先设定的阈值划分获得单个感兴趣区域或感兴趣网络。

3.如权利要求1所述的一种具有实时反馈和任务更新功能的脑功能实验任务刺激系统,其特征在于:所述的数据质量监测模块包括数据读取与转换单元、数据预处理单元和数据质量评估单元:

数据读取与转换单元,实时读取磁共振扫描仪传输到计算平台的原始功能磁共振图像,再转换成功能磁共振图像数据格式,包含扫描参数的头文件以及三维图像文件;

数据预处理单元,根据用户输入的处理要求进行加工步骤以及增添或删减的预处理步骤,加工步骤是摒除与大脑信号本身不相关的干扰因素,预处理步骤包括对功能磁共振图像数据进行头动校正和空间平滑的两个步骤;

数据质量评估单元,接收数据预处理单元预处理后的数据,计算六个头动参数、一阶差分对数据变度的方差比以及信噪比,并可视化呈现给用户。

4.如权利要求1所述的一种具有实时反馈和任务更新功能的脑功能实验任务刺激系统,其特征在于:所述的数据采集及实时传输模块包含采集单元和传输单元:

采集单元,磁共振扫描仪在受试者进行功能活动扫描时,采集并重建出原始功能磁共振图像,使得每经过一个TR就得到一帧三维的大脑功能像,对应于一个时间点的原始功能磁共振图像;

传输单元,通过设置磁共振扫描仪的参数将重建出的原始功能磁共振图像经由TCP/IP协议实时输出至计算平台。

5.如权利要求1所述的一种具有实时反馈和任务更新功能的脑功能实验任务刺激系统,其特征在于:所述的反馈模块,将任务水平检测模块计算出的大脑当前任务响应水平通过TCP/IP协议实时反馈至脑功能刺激仪或可视化呈现给实验人员。

6.如权利要求1所述的一种具有实时反馈和任务更新功能的脑功能实验任务刺激系统,其特征在于:所述的任务更新模块,实时调控将要呈现的刺激材料,包括比较单元和任务更新单元:

比较单元,实时判断受试者的任务配合程度是否满足对实验的要求,若满足要求,则发送呈现新任务实验材料的控制信号到脑功能刺激仪给受试者呈现新的任务实验材料;

任务更新单元,接收比较单元的控制信号并发送到脑功能刺激仪,触发脑功能刺激仪给受试者呈现新的任务实验材料,任务实验即进入下一个阶段。

具有实时反馈和任务更新功能的脑功能实验任务刺激系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有实时反馈和任务更新功能的脑功能实验任务刺激系统,具体是指通过采集并实时分析脑功能磁共振图像,实现当前的任务响应水平的实时检测,并依据当前大脑感兴趣区的活跃状况判断和反馈指导后续的实验任务材料变化,从而优化功能任务实验业务流程,缩短功能磁共振扫描的总时长。

背景技术

[0002] 功能磁共振成像(functional Magnetic Resonance Imaging,fMRI)利用磁共振造影来测量神经元活化引发的血液动力学的改变,当大脑某一组织或功能区域的神经元被激活时,表现为该区域血流量的增加。fMRI凭借其对人体的无创性和优良的时空分辨率,被广泛地应用于认知神经科学领域,成为人们研究人类中枢神经系统作用机制的重要途径。但是,在绝大多数的fMRI研究中,实验结果需要在实验结束后花费数小时进行线下处理后得到。无法实时地检测被试的配合程度,导致出现个别无效的实验数据,造成资源的浪费。

[0003] 为此,Cox等人率先提出实时功能磁共振成像(real-time functional Magnetic Resonance Imaging,rtfMRI)实现了在与采集速度比拟的时间里完成功能图像数据的处理(Cox R W,Jesmanowicz A,Hyde J S.Real-time functional magnetic resonance imaging[J].Magnetic Resonance in Medicine,1995,33(2):230-236)。实时功能磁共振作为一种逐渐兴起的研究脑功能的手段,是在磁共振成像的基础上,采用实时获取图像数据并即时处理的方式,使得在扫描过程中监控数据质量和检测分析大脑功能信号成为可能。与传统的fMRI数据离线处理相比,功能图像的处理和分析在每个扫描脉冲的重复时间(repetition time,TR)间隔内完成,即可以在下一个TR数据采集结束前完成对上一个TR的图像数据的处理分析,从而以TR为周期更新大脑的活动情况。

[0004] 目前,针对实时功能磁共振反馈研究主要集中在对局部脑区的自主调控、对大脑特定功能网络连接强度的调节和对大脑模式状态解码的不同分析方法上。例如,Rota等人以所述的 $(\bar{S}_{\text{刺激}} - \bar{S}_{\text{静息}})_{\text{目标区域}} - (\bar{S}_{\text{刺激}} - \bar{S}_{\text{静息}})_{\text{背景区域}}$ 为反馈信号探究了利用rtfMRI提供的神经反馈信号来调控右侧额下回区域大脑的响应水平(Rota G,Sitaram R,Veit R,et al.Self-regulation of regional cortical activity using real-time fMRI:the right inferior frontal gyrus and linguistic processing[J].Human Brain Mapping,2009,30(5):1605-1614)。

[0005] 但是,利用rtfMRI实时监测受试者任务响应水平并根据受试者大脑的活跃水平调控功能任务实验流程走向的刺激系统还鲜有讨论。

[0006] 因此,目前亟需一种能够改善功能磁共振实验业务流程的系统,从而可以根据当前实时监测受试者的任务响应水平,并根据受试者的任务情况决定后续将要呈现给受试者的刺激材料,灵活地调整多阶段功能任务扫描的时长,帮助缩短脑功能信号采集的总时间。这对提高临床病人的脑功能活动扫描效率和功能区的快速定位有很好的实际意义。

发明内容

[0007] 为此,本发明提供了一种具有实时反馈和任务更新功能的脑功能实验任务刺激系统。本发明不仅可以实时检测分析大脑的激活水平,并且可以依据当前大脑的激活情况反馈指导后续的任务实验的业务流程,改善功能任务实验中效率低下的问题。

[0008] 如图1所示,本发明采用的技术方案是包括以下模块:

[0009] 包括用于进行实验任务材料呈现的脑功能刺激仪和用于检测脑功能成像的磁共振扫描仪;

[0010] 还包括用于处理脑功能成像来获得当前任务响应水平数据的计算平台,脑功能刺激仪经计算平台和磁共振扫描仪连接,在实验任务材料呈现过程中计算平台进行实时检测定位大脑功能区、实时监测脑功能成像图像质量、检测大脑当前任务响应水平和反馈的处理;

[0011] 并且在脑功能刺激仪设有用于进行实验任务材料呈现无缝切换的任务更新模块,任务更新模块根据反馈获得的受试者任务响应水平来控制触发控制脑功能刺激仪呈现新的实验任务材料。

[0012] 通过计算平台中的各个模块和任务更新模块相配合控制脑功能刺激仪实现任务切换时的无缝衔接。

[0013] 本发明所述的用户为医生或者护士或者实验操作人员。

[0014] 所述的磁共振扫描仪内设有:

[0015] 数据采集及实时传输模块,用于磁共振扫描仪采集和传输任务实验时受试者的原始功能磁共振图像数据;数据采集及实时传输模块将磁共振扫描仪采集到的各个时刻的数据重建得到原始功能磁共振图像,并实时传输至计算平台;

[0016] 所述的计算平台内设有:

[0017] 目标大脑区域定位模块,用于根据标准数据库或功能定位扫描划定单个感兴趣区域或由多个区域联合组成的感兴趣网络,供任务水平检测模块根据感兴趣区域或者感兴趣网络提取脑功能成像信号;

[0018] 标准数据库是由经验知识搭建而成的数据库,是已知的数据库。

[0019] 数据质量监测模块,用于根据用户需求对原始功能磁共振图像数据进行预处理,并进行综合评估然后将综合评估结果可视化呈现;

[0020] 任务水平检测模块,用于实时检测分析预处理后的原始功能磁共振图像数据,计算当前大脑的任务响应水平。

[0021] 任务水平检测模块能体现用户定制化,用户根据自身实验研究的需求采用任务水平的不同计算方法来检测分析大脑的功能图像数据,例如:相关性分析方法、感兴趣区分析方法、机器学习模式识别等算法。

[0022] 目标大脑区域定位模块分别与数据采集及实时传输模块、任务水平检测模块连接,数据采集及实时传输模块经数据质量监测模块后与任务水平检测模块连接

[0023] 所述的脑功能刺激仪内设有:

[0024] 任务更新模块,将由计算平台检测获得的受试者任务响应水平或者由反馈模块直观呈现的受试者任务响应水平与预先设定的实验设计阈值进行比较,判断是否触发控制脑

功能刺激仪呈现新的实验任务材料,从而实现实验任务材料呈现的无缝切换。

[0025] 所述的目标大脑区域定位模块,用于划定单个感兴趣区域或感兴趣网络,划分方法采用结构像定位或者功能像定位;

[0026] 结构像定位,采集受试者大脑结构像数据,依据先验知识划定目标脑区,然后将目标脑区配准到去除非脑组织的三维功能图像中,得到感兴趣区域或感兴趣网络;

[0027] 功能像定位,功能像定位用于研究特定的功能区活动,需先进行针对脑区对应的功能任务实验,并根据功能任务实验的设计范式对全脑做基于体素的激活检测分析采集,得到全脑的激活统计参数图,通过预先设定的阈值划分获得精细的单个感兴趣区域或感兴趣网络。

[0028] 所述的数据质量监测模块包括数据读取与转换单元、数据预处理单元和数据质量评估单元;

[0029] 数据读取与转换单元,实时读取磁共振扫描仪传输到计算平台的原始功能磁共振图像,再转换成可供后续处理的功能磁共振图像数据格式,包含扫描参数的头文件以及三维图像文件;

[0030] 数据预处理单元,根据用户输入的处理要求进行加工步骤以及增添或删减的预处理步骤,加工步骤是摒除与大脑信号本身不相关的干扰因素,如受试者不自主的头动引入的信号差异。预处理步骤包括对功能磁共振图像数据进行头动校正和空间平滑的两个步骤;

[0031] 头动校正将该次功能任务扫描第一个时刻的功能磁共振图像作为基准,根据刚体变换理论计算后续时刻的图像相较于基准的6个头动参数,分别为3个方向的平移参数和绕3个方向的旋转参数,以该参数并结合重采样算法进行实时地头动校正;

[0032] 空间平滑采用推荐的半高宽为2倍体素尺寸大小的高斯内核对图像进行空间域低通滤波,以减小图像的随机噪声,提高图像的信噪比,继而增强检测分析激活信息的能力。

[0033] 数据质量评估单元,接收数据预处理单元预处理后的数据,计算六个头动参数、一阶差分对数据变度的方差比以及信噪比,并可视化呈现给用户。

[0034] 其中,6个头动参数以卷轴的呈现方式实时向实验人员更新受试者整个扫描过程中的头动情况,而一阶差分对数据变度的方差比以文本框的呈现方式不断刷新当前功能数据的滤波器半高宽。

[0035] 所述的数据采集及实时传输模块包含采集单元和传输单元;

[0036] 采集单元,磁共振扫描仪在受试者进行功能活动扫描时,采集并重建出原始功能磁共振图像,使得每经过一个TR(重复时间,指功能磁共振完成单次脑功能图像信号采集的时间)就得到一帧三维的大脑功能像,对应于一个时间点的原始功能磁共振图像;

[0037] 传输单元,通过设置磁共振扫描仪的参数将重建出的原始功能磁共振图像经由TCP/IP协议实时输出至计算平台。

[0038] 所述的任务水平检测模块,根据研究对象的不同分为全脑分析和仅限于感兴趣区域或者感兴趣网络的感兴趣区分析:

[0039] a) 全脑分析,将每个体素的功能信号看作一个独立的变量

[0040] 根据预先设计的任务实验范式与血液动力学响应函数进行卷积计算得到理想实验响应函数,然后在任务扫描进程中以TR为间隔计算每个体素的时间序列与其对应时长的

理想实验响应函数之间的相关性,获得不断更新的全脑相关性统计参数图,进而获得大脑当前任务响应水平;

[0041] 或者是,通过模式识别算法来检测大脑当前任务响应状态,先根据已知的实验样本数据训练出判别模型,然后在任务扫描进程中以TR为间隔,利用判别模型来判别全脑体素信息获得大脑当前任务响应水平;

[0042] b) 感兴趣区分析,使用感兴趣区域或者感兴趣网络的平均信号强度随时间的波动情况计算大脑当前任务活动水平。例如由 $(\bar{S}_{\text{刺激}} - \bar{S}_{\text{静息}})_{\text{目标区}} - (\bar{S}_{\text{刺激}} - \bar{S}_{\text{静息}})_{\text{背景区}}$ 计算抑制背景噪声以后任务刺激状态下和静息状态下的信号差异,得到当前大脑的活动水平。或通过机器学习等其他算法得到当前大脑的活动水平。

[0043] 所述的反馈模块,将任务水平检测模块计算出的大脑当前任务响应水平通过TCP/IP协议实时反馈至脑功能刺激仪或可视化呈现给实验人员。反馈至脑功能刺激仪时,根据预先设定的阈值条件由计算机比较控制业务流程走向;反馈至实验人员时,能辅助实验人员实时监测受试者任务情况,并调控业务流程走向。

[0044] 所述的任务更新模块,实时调控将要呈现的刺激材料,包括比较单元和任务更新单元:

[0045] 比较单元,实时判断受试者的任务配合程度是否满足对实验的要求,若满足要求,如连续若干个时间点的预处理后的原始功能磁共振图像数据均反映大脑的任务响应水平大于设定阈值,或实验人员依据反馈的受试者任务响应水平断定该受试者的任务响应情况满足要求,则发送呈现新任务实验材料的控制信号到脑功能刺激仪给受试者呈现新的任务实验材料;

[0046] 任务更新单元,接收比较单元的控制信号并发送到脑功能刺激仪,触发脑功能刺激仪给受试者呈现新的任务实验材料,任务实验即进入下一个阶段。

[0047] 通过本发明刺激系统主要按以下几个方面进行脑功能实验任务:

[0048] (1) 实时监控受试者的功能数据质量。利用本发明中的数据质量监测模块可以实时地监测受试者的功能数据质量,如其中,6个头动参数以卷轴的呈现方式实时向实验人员更新受试者整个扫描过程中的头动情况,如图2所示;而一阶差分对数据变度的方差比以文本框的呈现方式不断刷新当前功能数据的滤波器半高宽。

[0049] (2) 功能区快速定位功能。本发明可以实现功能区快速定位功能,任务更新模块中的比较单元可以通过计算机评估受试者的任务响应水平是否达到预先设定的阈值,或者通过实验人员依据不断更新的受试者大脑任务响应水平,决定是否向任务更新单元发送结束刺激呈现的指令,从而在保证数据质量和有效性的前提下提前结束该次扫描,实现缩短功能定位扫描时间的目的。图3为功能区快速定位流程示意图。

[0050] (3) 多阶段任务功能活动扫描任务更新功能。本发明可以实现多阶段任务功能活动扫描任务更新功能,任务更新模块中的比较单元可以通过计算机评估受试者的任务响应水平是否达到预先设定的阈值,或者通过实验人员依据不断更新的受试者大脑任务响应水平,决定是否向任务更新单元发送指令触发脑功能刺激仪呈现下一阶段任务刺激,从而在保证数据质量和有效性的前提下实现不同阶段任务间切换时的无缝衔接,对于提高临床中多阶段任务脑功能活动扫描的效率有实际意义。图4为多阶段任务功能活动扫描任务更新功能实现的流程示意图。

[0051] 本发明的优势在于：

[0052] 本发明优化功能任务实验的业务流程，通过在线读取功能图像数据和处理分析，实时地监测受试者当前的任务水平，并根据任务实验期待达到的效果来调控将要呈现的刺激材料，实现任务切换时的无缝衔接，提高临床病人的脑功能活动扫描效率。

[0053] 此外，该系统能够有效快速地定位大脑功能区，帮助缩短脑功能信号采集的总时间，有很好的实际意义。

附图说明

[0054] 图1是本发明系统的总体框图。

[0055] 图2是数据质量监测模块评估的受试者实时头动情况可视化呈现给实验人员的界面示意图。

[0056] 图3是功能区快速定位流程示意图。

[0057] 图4是多阶段任务功能活动扫描任务更新功能实现的流程示意图。

[0058] 图5是其中一个功能区快速定位实施例中，以相关性激活统计参数图反映受试者任务响应水平的示意图。

[0059] 图6是其中一个多阶段任务功能活动扫描任务更新实施例中，以全脑激活体素个数反映受试者任务响应水平的示意图。

具体实施方式

[0060] 下面主要结合附图及具体实施实例对该新型脑功能实验任务刺激系统及功能区快速定位和任务更新功能的实现方法作进一步详细的说明。值得指出的是，具体实施实例仅用于解释本发明，并不用于限定本发明。

[0061] 实施例1：功能区快速定位实施例

[0062] 在其中的一个功能区快速定位实施例中，以组块设计的动手指实验任务为例，说明当以全脑的激活统计参数图作为受试者任务响应水平反馈至试验人员时，由实验人员一键触发操纵业务流程走向从而实现快速定位初级运动皮层的步骤流程。

[0063] 在其中一个功能区快速定位实施例中，实验最开始留出12s使T1信号达到稳定的时间，随后采用组块设计的动手指和注视状态刺激材料30s交替出现。

[0064] 在其中一个功能区快速定位实施例中，因为以全脑的激活统计参数图作为受试者任务响应水平，所以不需要目标大脑区域定位模块划定感兴趣区域或网络，从而节约划定感兴趣区的时间。

[0065] 在其中一个功能区快速定位实施例中，脑功能活动扫描开始前，须根据系统提示设置一系列的环境变量，主要包括数据质量监测模块中数据预处理单元头动校正步骤需要的基准图像和插值方式、任务水平检测模块计算相关性统计参数图时需要的理想响应曲线、任务更新模块比较单元向任务更新单元发送控制指令时需要的脑功能刺激仪IP地址等。

[0066] 在其中一个功能区快速定位实施例中，脑功能活动扫描开始后，所述的数据采集及实时传输模块，磁共振扫描仪每扫描得到一个时间点的数据后，经重建传输至计算平台。

[0067] 在其中一个功能区快速定位实施例中，所述的数据质量监测模块实时检测计算平

台接收到的原始磁共振功能图像,转化成可供后续处理的图像格式后,以该次扫描的第一个时间点图像作为基准图像,以拉格朗日插值方法对后续时间点的图像进行头动校正,并以两倍体素大小的半高宽对经过头动校正后的图像进行空间平滑操作。

[0068] 在其中一个功能区快速定位实施例,所述的任务水平检测模块通过实时计算受试者的全脑相关性激活统计参数图来检测受试者的任务响应水平。根据环境变量设置时输入的理想响应曲线,基于独立体素的相关性分析方法不断计算并更新受试者全脑相关性统计参数图来反映受试者大脑的任务响应水平。

[0069] 在其中一个功能区快速定位实施例,所述的反馈模块将实时更新的相关性统计参数图可视化呈现给实验人员,如图5示意。

[0070] 在其中一个功能区快速定位实施例,所述的任务更新模块的比较单元由实验人员依据反馈的受试者激活统计参数图直观判断相关性检测出的任务相关脑区是否达到需求,决定是否向任务更新单元发送触发指令。当 t 为42s时,受试者完成了第一个组块中的双侧动手指阶段,此时大脑的时间序列信号还无法反映任务态和静息态的信号差异,尚未检测出动手指任务相关脑区。当 t 为72s时,受试者完成了第一个组块中的注视阶段。此时,任务相关脑区的时间序列信号能反映出跟随理想响应曲线的波动,表现为相关性参数图里初步显示出与双侧动手指任务实验相关的脑区。当 t 为102s时,受试者完成了第二个组块中的动手指任务阶段。此时,相关性统计参数图中已检测出任务相关的大脑初级运动皮层区域并达到稳定。实验操作人员观察到检测出的大脑激活情况后,向任务更新单元发送结束刺激材料呈现的指令。

[0071] 在其中一个功能区快速定位实施例,所述的任务更新模块的任务更新单元不断循环检测是否接收到结束刺激呈现指令,若是,则结束呈现刺激材料。在102s时检测到结束指令,结束刺激材料呈现。

[0072] 在其中一个功能区快速定位实施例,保证了数据质量和有效性的前提下,将原来普遍的5分12秒功能定位扫描缩短为1分42秒,实现了缩短功能定位扫描时间的目的。

[0073] 实施例2:双阶段任务功能活动扫描任务更新实施例

[0074] 在其中一个双阶段任务更新实例中,以动右手和动左手的两阶段任务实验为例,说明在一次扫描中由脑功能刺激仪根据预先设定的阈值条件来评估受试者在不同阶段的任务响应情况来智能调控实验业务流程走向,从而实现不同任务阶段无缝切换的步骤流程。

[0075] 在其中一个双阶段任务更新实例,实验最开始留出12s使T1信号达到稳定的时间。在任务第一阶段动右手时,采用组块设计的动右手和注视状态刺激材料30s交替出现;在任务第二阶段动左手时,采用组块设计的动左手和注视状态刺激材料30s交替出现。

[0076] 在其中一个双阶段任务更新实例中,所述的目标大脑区域定位模块采用粗略的功能像定位,由计算机自动分割出全脑限定蒙版。由于动手指实验的简单性以及相应初级运动皮层激活的显著性,采用全脑限定蒙版计算反映受试者任务响应水平的激活体素个数可以作为评估受试者任务情况是否满足要求的指标。采用由计算机自动分割出的全脑限定蒙版可以大大节约目标大脑区域定位模块所耗费的时间。

[0077] 在其中一个双阶段任务更新实施例,脑功能活动扫描开始前,须根据系统提示设置一系列的环境变量,主要包括数据质量监测模块中数据预处理单元头动校正步骤需要

的基准图像和插值方式、任务水平检测模块计算相关性统计参数图时需要的理想响应曲线、任务更新模块比较单元比较时所需的设计阈值条件和向任务更新单元发送控制指令时需要的脑功能刺激仪IP地址等。

[0078] 在其中一个双阶段任务更新实施例中,脑功能活动扫描开始后,所述的数据采集及实时传输模块,磁共振扫描仪每扫描得到一个时间点的数据后,经重建传输至计算平台。

[0079] 在其中一个双阶段任务更新实施例中,所述的数据质量监测模块实时检测计算平台接收到的原始磁共振功能图像,转化成可供后续处理的图像格式后,以该次扫描的第一个时间点图像作为基准图像,以拉格朗日插值方法对后续时间点的图像进行头动校正,并以两倍体素大小的半高宽对经过头动校正后的图像进行空间平滑操作。

[0080] 在其中一个双阶段任务更新实施例中,所述的任务水平检测模块通过实时计算受试者的全脑激活体素个数来检测受试者的任务响应水平。根据环境变量设置时输入的理想响应曲线,基于独立体素的相关性分析方法,认为相关性大于0.65的体素被激活。每阶段的任务开始20个TR后,通过不断统计并更新受试者全脑激活体素个数来反映受试者大脑的任务响应水平。

[0081] 在其中一个双阶段任务更新实施例中,所述的反馈模块将实时统计的受试者全脑激活体素个数传输至任务更新模块,并将变化趋势图可视化呈现给实验人员,如图6示意。图6左右两图分别示意了动右手和动左手两阶段任务时受试者全脑激活体素个数变化趋势。

[0082] 在其中一个双阶段任务更新实施例中,所述的任务更新模块的比较单元由脑功能刺激仪依据反馈的受试者全脑激活体素个数智能判断是否满足设计的阈值条件需求,决定是否向任务更新单元发送指令触发更换刺激材料。此处,设计的阈值条件为:连续10个时间点统计得到的激活体素个数变化小于50,即稳定检测到被激活的任务相关脑区。当t为190s时,受试者完成了3个组块的动右手阶段任务后达到了设计阈值条件的需求,脑功能刺激仪智能调控实验流程走向,进入下一阶段任务实验。当t为302s时,第二阶段的动左手实验任务情况同样满足了设计的阈值条件,向任务更新单元发送指令结束本次扫描的刺激呈现。

[0083] 在其中一个双阶段任务更新实施例中,所述的任务更新模块的任务更新单元不断循环检测是否接收到更换刺激材料或结束刺激材料呈现的指令。此实施例中,为了保持每阶段任务时组块设计的完整性,刺激材料的更换和结束呈现均在完成该组块当前状态的功能扫描后再切换。在192s时,脑功能活动扫描由动右手任务阶段切换为动左手任务阶段。在312s时,结束呈现刺激材料。

[0084] 在其中一个双阶段任务更新实施例中,保证了数据质量和有效性的前提下,原来普遍只能完成单任务功能扫描的5分12秒时间里,本发明所提出的系统实现了在一次扫描中完成双阶段任务的功能扫描。

[0085] 由上述实施例可见,本发明将能有效提高对大脑特定区域活跃水平的统计判断的效率,帮助缩短脑功能信号采集的总时间,对提高临床病人的脑功能活动扫描效率和功能区的快速定位有很好的实际意义和价值。

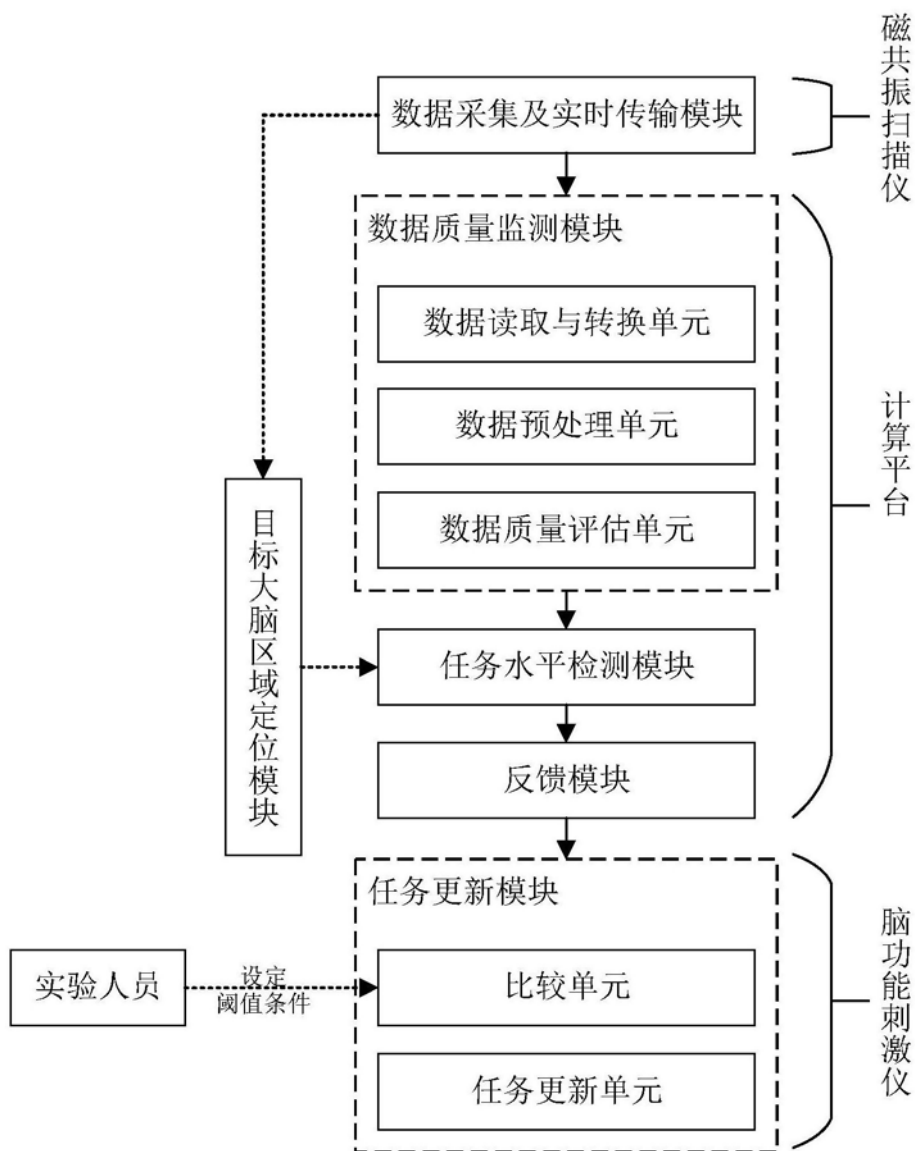


图1

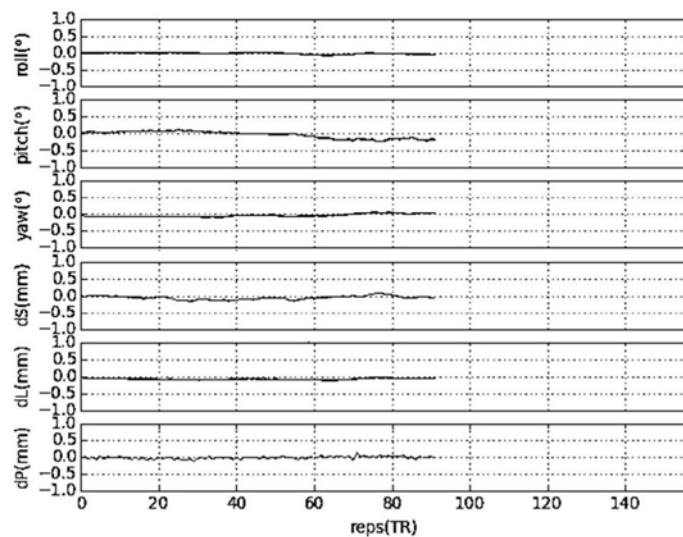


图2

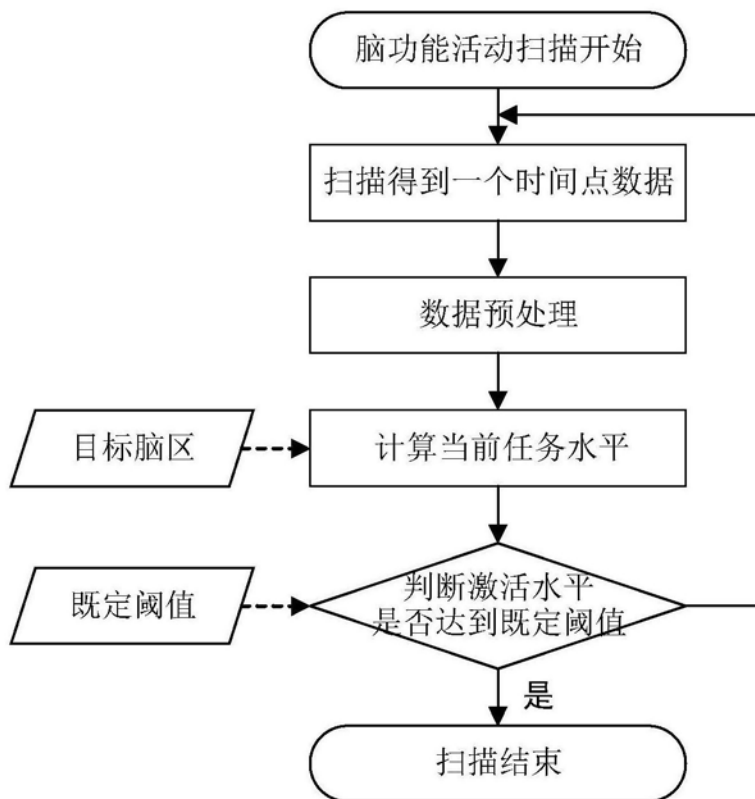


图3

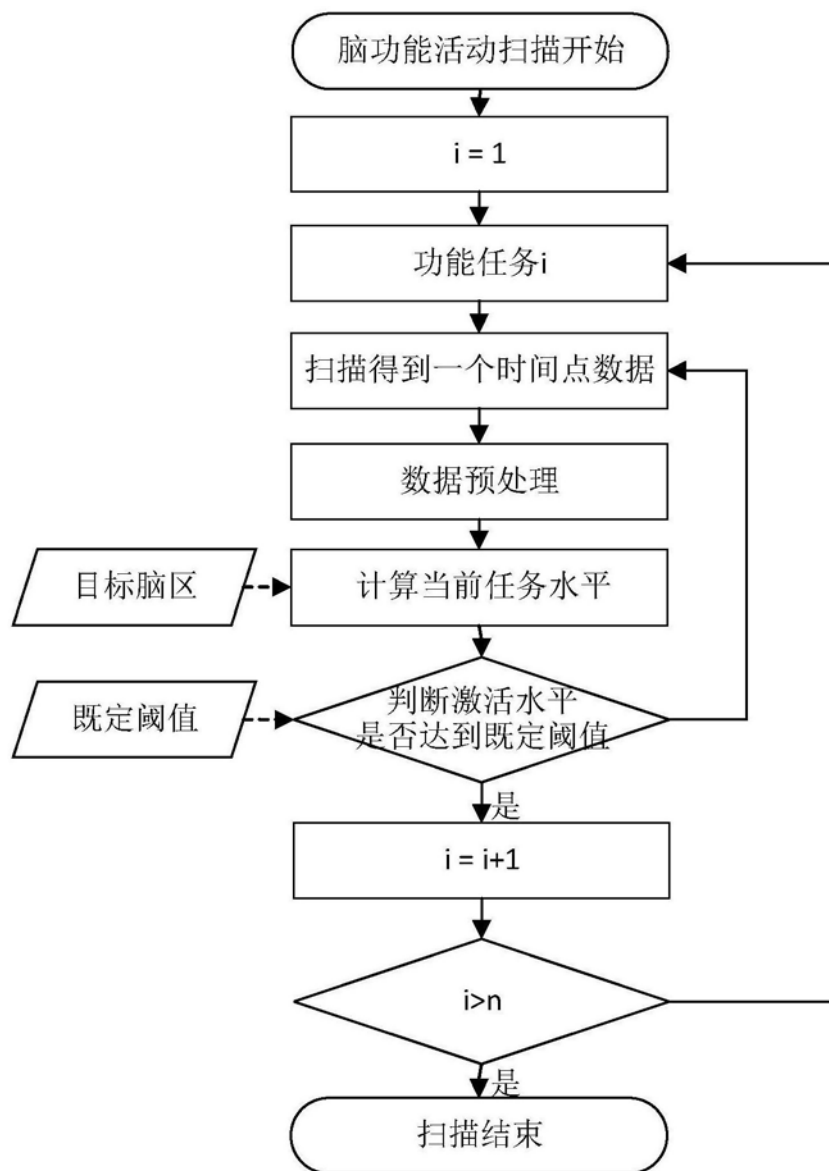


图4

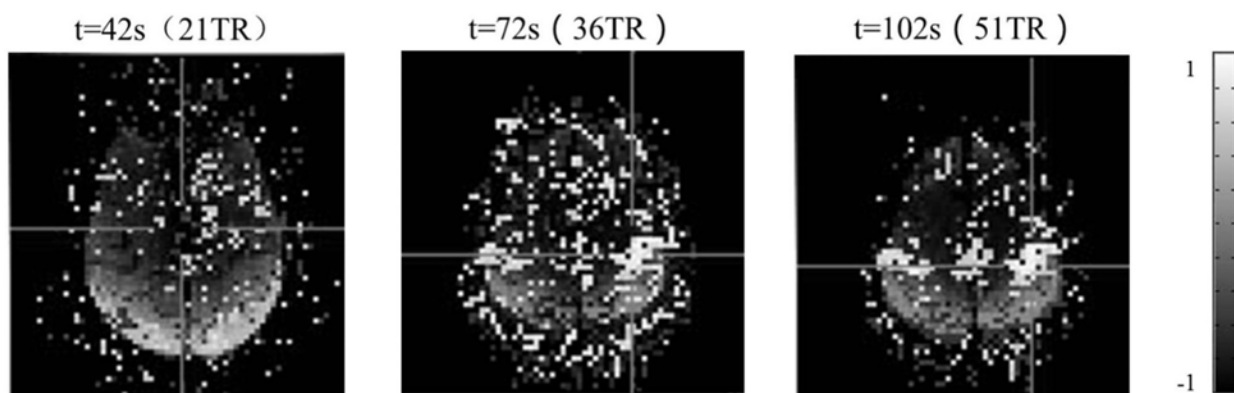


图5

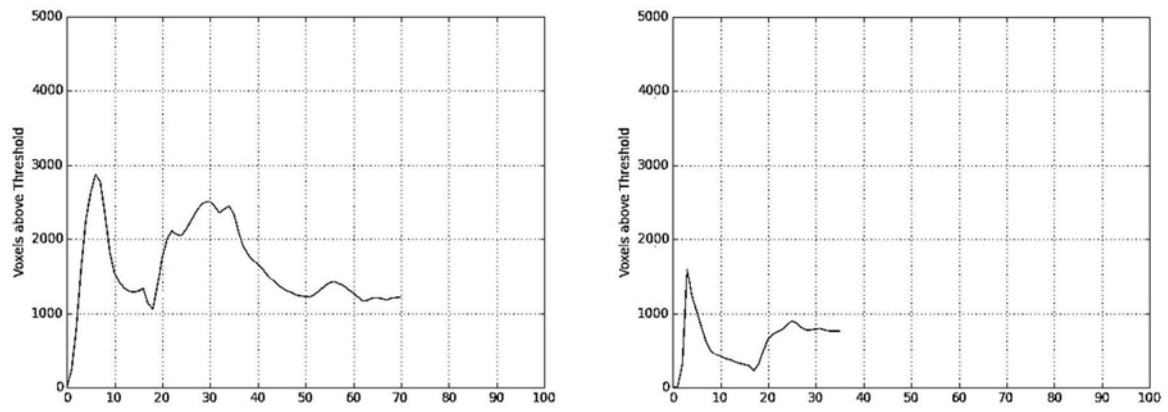


图6

专利名称(译)	具有实时反馈和任务更新功能的脑功能实验任务刺激系统		
公开(公告)号	CN107045593B	公开(公告)日	2018-11-16
申请号	CN201710249326.1	申请日	2017-04-17
[标]申请(专利权)人(译)	浙江大学		
申请(专利权)人(译)	浙江大学		
当前申请(专利权)人(译)	浙江大学		
[标]发明人	何宏建 韩璐 丁秋萍 窦权 钟健晖		
发明人	何宏建 韩璐 丁秋萍 窦权 钟健晖		
IPC分类号	G16H40/63 G16H50/20 G16H50/30 G06T7/00 A61B5/00 A61B5/055		
CPC分类号	A61B5/0042 A61B5/055 A61B2576/026 G06T7/0012 G06T2207/10088 G06T2207/30016 G16H50/20 G16H50/30		
代理人(译)	林超		
审查员(译)	孔昕		
其他公开文献	CN107045593A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种具有实时反馈和任务更新功能的脑功能实验任务刺激系统。包括计算平台，实时检测定位大脑功能区、实时监测脑功能成像图像质量和检测并反馈大脑当前任务响应水平；计算平台设有目标大脑区域定位模块、数据质量监测模块、任务水平检测模块和反馈模块；设有数据采集及实时传输模块，原始功能磁共振图像经磁共振扫描仪采集重建后传输至计算平台；还设有任务更新模块，通过比较判断触发控制脑功能刺激仪呈现新的实验任务材料。本发明能提高对大脑特定区域活跃水平的统计判断的效率，缩短脑功能信号采集的总时间，对提高临床病人的脑功能活动扫描效率和功能区的快速定位有很好的实际意义，也可应用于与脑功能区检测相关的神经科学研究。

