



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110353666 A

(43)申请公布日 2019. 10. 22

(21)申请号 201910510415.6

(22)申请日 2019.06.13

(71)申请人 浙江师范大学

地址 321004 浙江省金华市婺城区迎宾大道688号

(72)发明人 李刚 许艳亭 丁茹伊 刘伟
焦卫东 蒋永华

(74)专利代理机构 丽水创智果专利代理事务所
(普通合伙) 33278

代理人 张玲利

(51)Int.Cl.

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

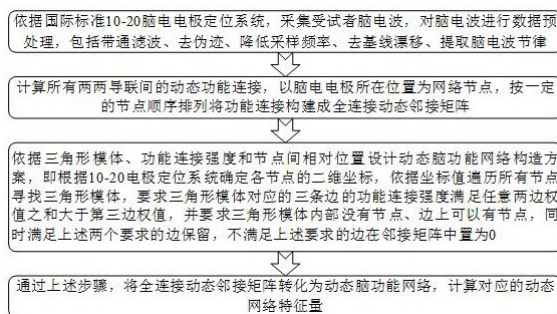
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种基于脑电波的构建动态脑功能网络方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于脑电波的构建动态脑功能网络方法,包括以下步骤:依据10-20电极定位系统,采集受试者脑电波,并进行数据预处理;计算动态功能连接,构建全连接动态邻接矩阵;依据三角形模体、功能连接强度和节点间相对位置设计动态脑功能网络构造方案,即遍历所有节点寻找三角形模体,要求三角形模体对应的三条边的功能连接强度满足三边关系,并根据节点间的相对位置关系要求三角形模体内部没有节点、边上可以有节点,同时满足上述两个要求的边在邻接矩阵中保留,否则置为0;通过上述步骤,将邻接矩阵转化为动态脑功能网络。该方法本质上是按照一种自动化原则去除弱功能连接,且无需人工设定阈值,具有很强的可行性和实用性。



1. 一种基于脑电波的构建动态脑功能网络方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤一,依据国际标准10-20脑电电极定位系统,采集受试者脑电波,对脑电波进行数据预处理,包括带通滤波、去伪迹、降低采样频率、去基线漂移、提取脑电波节律;

步骤二,计算所有两两导联间的动态功能连接,以脑电电极所在位置为网络节点,按一定的节点顺序排列将功能连接构建成全连接动态邻接矩阵;

步骤三,依据三角形模体、功能连接强度和节点间相对位置设计动态脑功能网络构造方案,即根据10-20电极定位系统确定各节点的二维坐标,依据坐标值遍历所有节点寻找三角形模体,要求三角形模体对应的三条边的功能连接强度满足任意两边权值之和大于第三边权值,并要求三角形模体内部没有节点、边上可以有节点,同时满足上述两个要求的边保留,不满足上述要求的边在邻接矩阵中置为0;

步骤四,通过上述步骤,将全连接动态邻接矩阵转化为动态脑功能网络,计算对应的动态网络特征量。

2. 根据权利要求1所述的基于脑电波的构建动态脑功能网络方法,其特征在于:步骤三之前还有一中间步骤,所述中间步骤是去除全连接动态邻接矩阵中权值最小的30%的弱功能连接。

一种基于脑电波的构建动态脑功能网络方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于脑电波的脑功能分析方法,具体涉及一种基于脑电波的构建动态脑功能网络方法,属于生物医学信息处理技术领域。

背景技术

[0002] 人脑是一个极其复杂的系统,研究人员将其构建成脑功能网络系统来研究脑功能状态的演变机制。

[0003] 众所周知,大脑皮层的不同区域有着不同的特定功能,但是任何一个简单任务都不可能是由某个脑功能区域单独完成,而是由不同大脑皮层区域之间相互协调、相互作用实现的。大脑皮层之间的这种相互关系即为脑功能连接。Friston对脑功能连接的定义为:大脑的任意两个皮层区域在某一认知任务下功能上的相关程度,通常指神经元活动在时间上的关联特性或统计依赖性。功能连接可看作脑功能网络的边,不同脑功能区域可抽象为脑功能网络的节点,由此便将大脑构建成了脑功能网络。

[0004] 脑功能网络是对大脑皮层中不同的神经元、神经元集群或脑区之间的动态神经活动交互关系的直观表达。脑电波因为具有很高的时间分辨率,与大脑神经活动(突触传导为1毫秒量级,信息传输是几百毫秒量级)同为毫秒量级,能够准确采集神经活动过程、表征大脑功能变化,因而在表征脑功能状态方便具有重要的研究意义。

[0005] 目前,构建脑功能网络的方法主要有两种:一种方法是固定权值法,另一种方法是固定平均度法。这两种方法能够从两种不同的角度刻画脑功能网络的特性。固定权值法通过在一组邻接矩阵中选取同一权值构建脑功能网络,能够充分反映权重对网络结构的影响,即当一个邻接矩阵中权重总体较大时,对应的脑功能网络中边数就会较多,从而使网络特征被区分开来。固定平均度法则是在一组网络中都取相同的边数,这样可以忽略权重对网络结构的影响,只考虑网络边的空间分布对网络特性的影响,此方法同样能够区分出不同脑功能网络的网络特征差异。

[0006] 这两种方法具有一个相同原则,都是按照权值从高到低的顺序依次选取构建脑功能网络所需的边,但也存在着一些缺点,主要表现在以下两个方面:第一,传统构建脑功能网络方法需要人为设置阈值(某一权值或某一网络边数),需要专业人员进行多次试验才能取得合适阈值,即使根据经验选取阈值也需要大量的实验研究,而且不同脑功能状态(如大脑疲劳、各类脑部疾病等)所对应的经验阈值很有可能不一样,不适合在实时工程系统或医疗器械中应用;第二,不同的研究人员取值方式、思路不同,类似的研究成果不能进行相互比较,缺乏统一性。

[0007] 近年来研究发现功能连接并非稳态的,具有瞬时动态特性,并建立了动态功能连接分析方法。研究人员将动态功能连接应用于脑科学研究,挖掘出传统功能连接未发现的有用信息,并证明动态功能连接在脑功能的特征提取、模式识别方面比传统功能连接具有更好的效果。然而,目前还未有自动构建动态脑功能网络的方法。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于克服上述现有技术的不足,提供一种基于脑电波的自动构建动态脑功能网络方法,以促进基于动态功能连接的研究成果应用于实时工程系统或基于脑电波的医疗器械,进一步促进动态脑功能网络的脑科学应用研究。

[0009] 为达成上述目的,本发明采用如下技术方案:

一种基于脑电波的构建动态脑功能网络方法,包括以下步骤:

步骤一,依据国际标准10-20脑电电极定位系统,采集受试者脑电波,对脑电波进行数据预处理,包括带通滤波、去伪迹、降低采样频率、去基线漂移、提取脑电波节律;

步骤二,计算所有两两导联间的动态功能连接,以脑电电极所在位置为网络节点,按一定的节点顺序排列将功能连接构建成全连接动态邻接矩阵;

步骤三,依据三角形模体、功能连接强度和节点间相对位置设计动态脑功能网络构造方案,即根据10-20电极定位系统确定各节点的二维坐标,依据坐标值遍历所有节点寻找三角形模体,要求三角形模体对应的三条边的功能连接强度满足任意两边权值之和大于第三边权值,并要求三角形模体内部没有节点、边上可以有节点,同时满足上述两个要求的边保留,不满足上述要求的边在邻接矩阵中置为0;

步骤四,通过上述步骤,将全连接动态邻接矩阵转化为动态脑功能网络,计算对应的动态网络特征量。

[0010] 进一步地,所述步骤二中的动态功能连接还可为有向动态功能连接,在寻找三角形模体时忽略功能连接的方向性。

[0011] 进一步地,步骤三之前还有一中间步骤,所述中间步骤是指所述步骤三可在实施之前去除全连接动态邻接矩阵中权值最小的30%的弱功能连接。

[0012] 进一步地,所述步骤四构建的动态脑功能网络即可为加权动态脑功能网络,也可二值动态脑功能网络,对于加权动态脑功能网络需保留功能连接权值,对于二值动态脑功能网络需将功能连接权值置为1。

[0013] 本发明具有以下优点及突出性效果:该方法不需人工设定阈值,按照一种自动化原则,通过有效去除全连接邻接矩阵中距离长的(距离长往往功能连接强度小)、权值小的弱连接边,构建动态脑功能网络,可用于实时系统过程、医疗器械等,可方便非脑功能网络研究领域技术人员快速使用该方法进行相关研究;该方法可同时用于构建有向(步骤二中功能连接为有向功能连接)/无向(步骤二中功能连接为无向功能连接)/加权(步骤四中功能连接权值保留)/二值(步骤四中功能连接权值置为1)动态脑功能网络,实施步骤简单,可满足不同技术人员的应用需求。

附图说明

[0014] 图1为本发明基于脑电波的构建动态脑功能网络方法的流程框图。

具体实施方式

[0015] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实

施例,都属于其保护的范围。

[0016] 下面结合附图给出本发明的三个最佳实施例。

[0017] 实施例一:

本发明提出的一种基于脑电波的构建动态脑功能网络方法,具体实施方式包括以下步骤:

步骤一,依据国际标准10-20脑电电极定位系统,采集受试者脑电波,对脑电波进行数据预处理,包括带通滤波、去伪迹、降低采样频率、去基线漂移、提取脑电波节律;

步骤二,计算所有两两导联间的动态功能连接,以脑电电极所在位置为网络节点,按一定的节点顺序排列将功能连接构建成全连接动态邻接矩阵,去除全连接动态邻接矩阵中权值最小的30%的弱功能连接;

步骤三,依据三角形模体、功能连接强度和节点间相对位置设计动态脑功能网络构造方案,即根据10-20电极定位系统确定各节点的二维坐标,依据坐标值遍历所有节点寻找三角形模体,要求三角形模体对应的三条边的功能连接强度满足任意两边权值之和大于第三边权值,并要求三角形模体内部没有节点、边上可以有节点,同时满足上述两个要求的边保留,不满足上述要求的边在邻接矩阵中置为0;

步骤四,通过上述步骤,保留邻接矩阵中权值,将全连接动态邻接矩阵转化为加权动态脑功能网络,计算对应的加权动态网络特征量。

[0018] 实施例二:

其他同实施例一,所述步骤二中的动态功能连接为有向动态功能连接,在寻找三角形模体时忽略功能连接的方向性,可用于构建有向动态功能连接。

[0019] 实施例三:

其他同实施例一,所述步骤四中功能连接权值置为1,可用于构建二值动态脑功能网络。

[0020] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不局限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

[0021] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不局限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

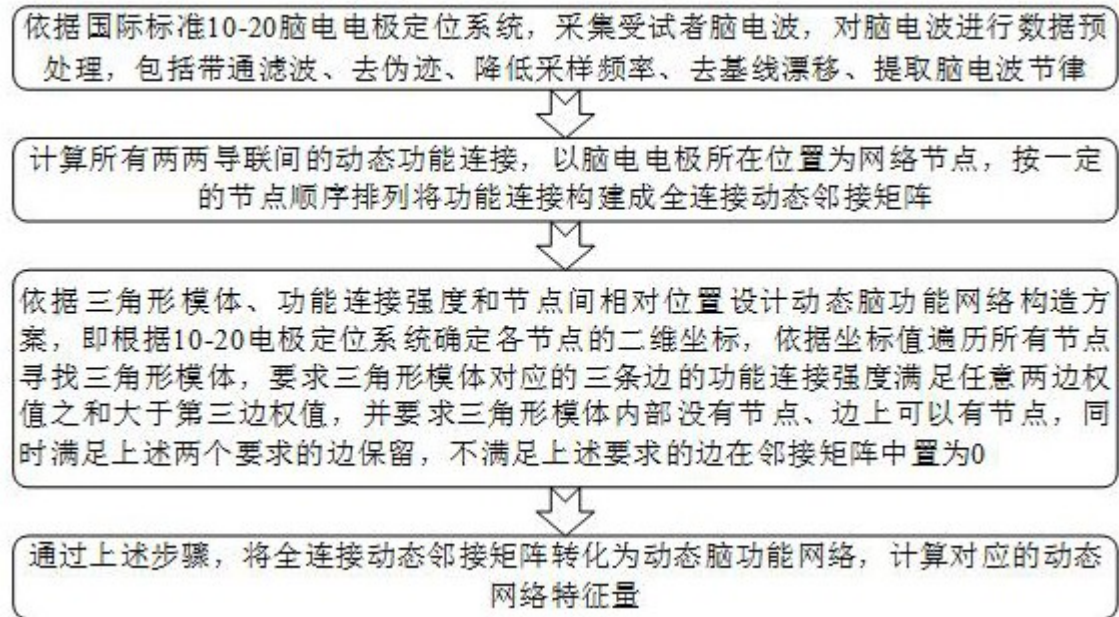


图1

专利名称(译)	一种基于脑电波的构建动态脑功能网络方法		
公开(公告)号	CN110353666A	公开(公告)日	2019-10-22
申请号	CN201910510415.6	申请日	2019-06-13
[标]申请(专利权)人(译)	浙江师范大学		
申请(专利权)人(译)	浙江师范大学		
当前申请(专利权)人(译)	浙江师范大学		
[标]发明人	李刚 刘伟 焦卫东 蒋永华		
发明人	李刚 许艳亭 丁茹伊 刘伟 焦卫东 蒋永华		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0476 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/7235 A61B5/725		
代理人(译)	张玲利		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种基于脑电波的构建动态脑功能网络方法，包括以下步骤：依据10-20电极定位系统，采集受试者脑电波，并进行数据预处理；计算动态功能连接，构建全连接动态邻接矩阵；依据三角形模体、功能连接强度和节点间相对位置设计动态脑功能网络构造方案，即遍历所有节点寻找三角形模体，要求三角形模体对应的三条边的功能连接强度满足三边关系，并根据节点间的相对位置关系要求三角形模体内部没有节点、边上可以有节点，同时满足上述两个要求的边在邻接矩阵中保留，否则置为0；通过上述步骤，将邻接矩阵转化为动态脑功能网络。该方法本质上是按照一种自动化原则去除弱功能连接，且无需人工设定阈值，具有很强的可行性和实用性。

