



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107280666 A

(43)申请公布日 2017. 10. 24

(21)申请号 201710671952.X

(22)申请日 2017.08.08

(71)申请人 中山大学孙逸仙纪念医院
地址 510000 广东省广州市沿江西路107号

(72)发明人 郑亿庆 梁茂金 蔡跃新

(74)专利代理机构 成都创新引擎知识产权代理有限公司 51249

代理人 向群

(51)Int. Cl.

A61B 5/0484(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

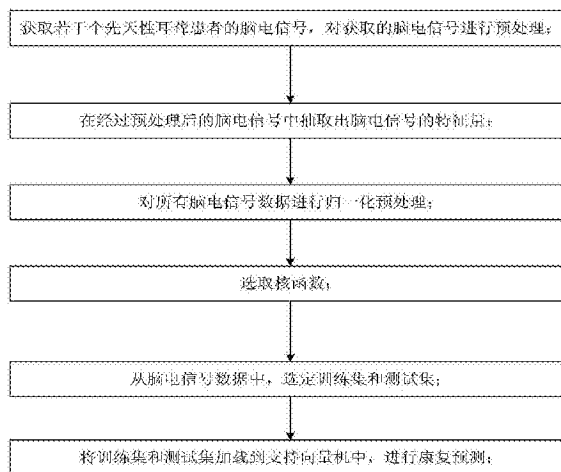
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法及系统

(57)摘要

本发明实施例提出一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法及系统,涉及计算机信号处理领域。所述方法包括:获取若干个先天性耳聋患者的脑电信号,对获取的脑电信号进行预处理;在经过预处理后的脑电信号中抽取脑电信号的特征量;对所有脑电信号数据进行归一化预处理;选取核函数;从脑电信号数据中,选定训练集和测试集;将训练集和测试集加载到支持向量机中,进行康复预测。本发明具有识别率高、准确率高和实用性高等优点。



1. 一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法,其特征在于,所述预测方法包括:

获取若干个先天性耳聋患者的脑电信号,对获取的脑电信号进行预处理;
 在经过预处理后的脑电信号中抽取出脑电信号的特征量;
 对所有脑电信号数据进行归一化预处理;
 选取核函数;
 从脑电信号数据中,选定训练集和测试集;
 将训练集和测试集加载到支持向量机中,进行康复预测。

2. 如权利要求1所述的基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法,其特征在于,所述在经过预处理后的脑电信号中抽取出脑电信号的特征量的方法包括:

获取源定位结果;
 进行T校验;
 进行肯德尔系数相关性检验。

3. 如权利要求2所述的基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法,其特征在于,所述对所有脑电信号数据进行归一化预处理的方法包括:

采用如下公式,进行归一化映射:

$$f: x \rightarrow y = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}};$$

式中, $x, y \in \mathbb{R}^n$, $x_{\min} = \min(x)$, $x_{\max} = \max(x)$, 将原始数据统一到某一区间范围内。

4. 如权利要求3所述的基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法,其特征在于,所述选取核函数的方法包括:

设置四个类型参数,分别为:0,1,2,3;设置每个类型参数对应的核函数关系如下:
 当类型参数为0时,对应的核函数为: $K(x, x_i) = \tanh(\gamma x^T x_i + r)$;
 当类型参数为1时,对应的核函数为: $K(x, x_i) = (\gamma x^T x_i + r)^p$, $\gamma > 0$;
 当类型参数为2时,对应的核函数为: $K(x, x_i) = \exp(-\gamma \|x - x_i\|^2)^p$, $\gamma > 0$
 当类型参数为3时,对应的核参数为: $K(x, x_i) = \tanh(\gamma x^T x_i + r)$ 。

5. 如权利要求4所述的基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法,其特征在于,所述从脑电信号数据中,选定训练集和测试集的方法包括:

将样本中第1到第N个样本作为第一类,表示康复效果差的耳聋患者;将样本中第N+1到最后一个样本作为第二类,表示康复效果好的患者。

6. 一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测系统,其特征在于,所述系统包括:

信号采集部分,用于采集脑电信号,并对脑电信号进行预处理;
 信号处理部分,用于对预处理后的脑电信号进行处理,将处理后的结果发送到支持向量机;
 支持向量机,用于加载处理后的结果,进行康复预测。

7. 如权利要求6所述的基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测系统,其特征在于,所述信号采集部分包括:

脑电信号采集装置,用于采集脑电信号;
 第一存储器,用于存储采集到的脑电信号;

第一信号处理器,用于对采集到的脑电信号进行预处理;

第一通信单元,用于和信号处理部分进行通信。

8.如权利要求7所述的基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测系统,其特征在于,所述信号处理部分包括:

第二通信单元,用于和信号采集部分进行通信;

第二存储器,用于存储第二通信单元接收到的数据信息;

第二信号处理器,用于对接收到的数据信息进行处理,将处理结果经第二通信单元发送给支持向量机。

9.如权利要求8所述的基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测系统,其特征在于,所述第二信号处理器包括:

特征提取模块,用于在经过预处理后的脑电信号中抽取出脑电信号的特征量;

归一化处理模块,用于对所有脑电信号数据进行归一化预处理;

核函数模块,用于选取核函数;

数据分类模块,用于从脑电信号数据中,选定训练集和测试集。

一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机信号处理技术领域,具体而言,涉及一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法及系统。

背景技术

[0002] 耳聋是常见的临床遗传病,会给人们的生活和健康带来极为严重的影响。据统计,1 000个新生儿中会出现1~3名耳聋患者,其中大约有3/5的耳聋患者是因为遗传,部分也可能是因为外界环境导致。由于生理上的缺陷,他们的日常生活不同于健听人的生活,这不仅让他们自己承受了巨大的痛苦,也给家庭添了很多麻烦,给社会带来了沉重的担负。随着社会经济的发展,人们生活水平的改善,听力语言康复训练能够协助耳聋患者通过残余听力恢复语言功能,并且在提高交流能力上起着巨大的贡献,这一康复学科对耳聋患者有着十分重要的作用。电子技术的进一步成熟,使得数字助听器有了飞速的进步,数字芯片凭借其强大的灵活度和信号分析水平,使得助听器在听力能力的恢复过程中占据了主导地位;与此同时,人工耳蜗(Cochlear Implant, CI)技术迈向成熟,逐步获得临床的认可,能够促进耳聋患者利用残余听力使听力恢复效果达到最佳。人工耳蜗植入手术是到现在为止解决先天性全聋问题的最好办法,特别针对重度耳聋的儿童而言。人工耳蜗植入人体后,可代替受损组织,当刺激听觉神经时,它将声音信息转化为电信号并传到中枢神经系统中,同时,它能促使患者的大脑皮层功能发生变化,使听觉相关功能逐渐恢复。众所周知,助听器能提高听力,但个体之间的效果却是千差万别,人工耳蜗植入后的短期康复效果和长期听觉言语功能发展,在不同植入患者间存在差异性。

[0003] 先天性耳聋儿童在进行人工耳蜗植入手术之前,主要通过视觉来获取外界信息,并通过视觉代偿来弥补听觉的缺失。临床建议,针对先天性耳聋儿童耳蜗植入年龄应尽量限制在5岁以前,因为幼儿的大脑处于一个快速的发育阶段,尽早的耳蜗植入有助于大脑接受听觉刺激,重塑大脑听觉感官系统。研究显示,如果习惯性总是通过视觉代偿来弥补听觉的缺失可能会在一定程度上限制耳蜗植入在临床上的表现和听觉性语言的理解,这也解释了为什么许多耳蜗植入患者存在康复效果不佳的问题。同时,在植入人工耳蜗后,康复听觉训练也至关重要。相关报道显示,CI术前和术后过于依赖视觉的儿童听觉恢复常不理想,目前不少康复机构均强调CI术后减少视觉辅助,单纯使用听觉康复的重要性。Hocking等利用功能性磁共振成像检查先天性极重度耳聋成人患者时发现,针对患者的视觉刺激可激发较正常个体更强的听觉皮层能量活动。这种增强源于听觉功能丧失后,大脑视觉皮层在处理刺激时,大脑征用(take-over)听觉皮层来协助处理刺激信号。Sandmann等的研究表明,成人语后聋患者CI术后初级阶段听觉皮层参与视觉图像处理,并且随着听觉功能恢复进程的发展,听觉皮层的参与逐渐下降的现象,显示了视觉、听觉皮层的交互转化特性的下降。最近在神经功能影像技术的进展也为我们提供了重要的证据,表明了视听皮层在对视觉和听觉刺激反应时出现了相互作用。首先是脑磁图(MEG)的研究察觉到耳聋患者在受到声音刺激时,视觉皮层的活动增强;接着,Finney等发觉聋儿在受到视觉刺激的时候,大脑的听觉

区域能量增加;Weeks等使用发射型计算机断层显像(PET)研究正常人和聋儿在接受到听觉刺激时产生的不同反应,发现聋儿在分析听觉信息时,右侧枕叶的视觉中枢活动较正常人活跃,而且聋儿在受到声音的刺激时,大脑视觉区域的活动也比正常人的活跃程度强。

[0004] 在探讨研究方法上,由于大脑工作的复杂性,它的工作机制的探索更加困难。获取脑电信息的研究方法一般为脑电生理检查,本研究通过对事件相关电位的研究来反映大脑功能处理情况,从而预测患儿在人工耳蜗术后的康复效果。事件相关电位(ERP)指的是从感受器一直到大脑皮层的神经系统在接受到刺激后,听觉中枢将会加工、处理所受到的刺激信息,并能在该神经系统以及脑的相应部位检测到一系列生物电反应,该生物电反应不仅具有特定的相位,而且与所受刺激有相对的一定时间间隔(即锁时关系),将这些脑反应生成的一系列脑电波利用锁时关系与计算机平均叠加分析处理,就可以提取出ERP成分。并且,对已完成人工耳蜗手术的儿童的研究发现,脑电事件相关电位还有许多优势。已有不少报道将ERP应用于视觉对听觉中枢影响的研究,并且颞顶区、枕区N1反应的变化能够反映视一听区的功能变化,在一定程度上可以反映大脑功能处理的情况。机器学习通过计算机程序来模仿人们的学习过程,是具有人工智能的科学,它通过计算机程序来获取新知识和新方法、并通过数据或过去的经验辨别现有的知识,优化计算机程序的性能。机器学习是一种有效的计算方式和计算工具,已广泛应用于疾病的预测和诊断中。由于本课题中已知样本量较少,训练小样本集适宜采用计算机领域还比较新的机器学习方法中的适用于小样本处理的支持向量机(support vector machines,SVM),旨在提高耳聋患者CI术后康复水平的预测准确度。综上,本研究拟用视觉“有声图片”刺激诱发ERP,采用大脑皮层功能活动源定位技术对样本中已知康复效果好的和康复效果差的耳聋患者的脑电信号通过支持向量构建分类模型,试图通过耳聋患者前六个月的ERP数据预测一年之后该耳聋患者的康复效果,并为先天性重度耳聋儿童在人工耳蜗植入后听力恢复的训练和评估提供借鉴。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法,采用外部刺激刺激诱发事件相关电位,采用大脑皮层功能活动源定位技术对样本中已知康复效果好的和康复效果差的耳聋患者的脑电信号通过支持向量构建分类模型,通过耳聋患者前六个月的ERP数据预测一年之后该耳聋患者的康复效果,同时,可以为先天性重度耳聋儿童在人工耳蜗植入后听力恢复的训练和评估提供建议。

[0006] 本发明的另一目的在于提供一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测系统,具有相应效果。

[0007] 为了实现上述目的,本发明实施例采用的技术方案如下:

[0008] 一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法,其特征在于,所述预测方法包括:

[0009] 获取若干个先天性耳聋患者的脑电信号,对获取的脑电信号进行预处理;

[0010] 在经过预处理后的脑电信号中抽取出脑电信号的特征量;

[0011] 对所有脑电信号数据进行归一化预处理;

[0012] 选取核函数;

[0013] 从脑电信号数据中,选定训练集和测试集;

- [0014] 将训练集和测试集加载到支持向量机中,进行康复预测。
- [0015] 进一步的,所述在经过预处理后的脑电信号中抽取出脑电信号的特征量的方法包括:
- [0016] 获取源定位结果;
- [0017] 进行T校验;
- [0018] 进行肯德尔系数相关性检验。
- [0019] 进一步的,所述对所有脑电信号数据进行归一化预处理的方法包括:
- [0020] 采用如下公式,进行归一化映射:
- [0021]
$$f: x \rightarrow y = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}};$$
- [0022] 式中, $x, y \in \mathbb{R}^n$, $x_{\min} = \min(x)$, $x_{\max} = \max(x)$, 将原始数据统一到某一区间范围内。
- [0023] 进一步的,所述选取核函数的方法包括:
- [0024] 设置四个类型参数,分别为:0,1,2,3;设置每个类型参数对应的核函数关系如下:
- [0025] 当类型参数为0时,对应的核函数为: $K(x, x_i) = \tanh(\gamma x^T x_i + r)$;
- [0026] 当类型参数为1时,对应的核函数为: $K(x, x_i) = (\gamma x^T x_i + r)^p$, $\gamma > 0$;
- [0027] 当类型参数为2时,对应的核函数为: $K(x, x_i) = \exp(-\gamma \|x - x_i\|^2)^p$, $\gamma > 0$;
- [0028] 当类型参数为3时,对应的核函数为: $K(x, x_i) = \tanh(\gamma x^T x_i + r)$;
- [0029] 进一步的,所述从脑电信号数据中,选定训练集和测试集的方法包括:
- [0030] 将样本中第1到第N个样本作为第一类,表示康复效果差的耳聋患者;将样本中第N+1到最后一个样本作为第二类,表示康复效果好的患者。
- [0031] 一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测系统,其特征在于,所述系统包括:
- [0032] 信号采集部分,用于采集脑电信号,并对脑电信号进行预处理;
- [0033] 信号处理部分,用于对预处理后的脑电信号进行处理,将处理后的结果发送到支持向量机;
- [0034] 支持向量机,用于加载处理后的结果,进行康复预测。
- [0035] 进一步的,所述信号采集部分包括:
- [0036] 脑电信号采集装置,用于采集脑电信号;
- [0037] 第一存储器,用于存储采集到的脑电信号;
- [0038] 第一信号处理器,用于对采集到的脑电信号进行预处理;
- [0039] 第一通信单元,用于和信号处理部分进行通信。
- [0040] 进一步的,所述信号处理部分包括:
- [0041] 第二通信单元,用于和信号采集部分进行通信;
- [0042] 第二存储器,用于存储第二通信单元接收到的数据信息;
- [0043] 第二信号处理器,用于对接收到的数据信息进行处理,将处理结果经第二通信单元发送给支持向量机。
- [0044] 进一步的,所述第二信号处理器包括:
- [0045] 特征提取模块,用于在经过预处理后的脑电信号中抽取出脑电信号的特征量;
- [0046] 归一化处理模块,用于对所有脑电信号数据进行归一化预处理;
- [0047] 核函数模块,用于选取核函数;

[0048] 数据分类模块,用于从脑电信号数据中,选定训练集和测试集。

[0049] 本发明实施例提供了一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法及系统,通过采集先天性重度耳聋儿童视觉刺激诱发的事件相关电位,利用脑功能活动源定位技术,提取康复效果良好的耳聋患者相较于康复效果不佳的耳聋患者能量增加的脑区的脑电信号,用于机器训练,对脑区信号分类预测。在核函数类型设置上依次选择线性核函数、多项式核函数、RBF核函数和Sigmoid函数,选定不同的训练集与预测集等,通过调整分类器的不同参数来实现功能。进行分类时,线性核函数的分类性能较其他核函数突出,且采用脑功能活动源定位技术进行特征提取,可以达到良好的分类效果。本发明利用人工耳蜗(CI)植入耳聋患者后的前六个月的数据,运用分类来预测耳聋患者康复效果。对于耳聋患者康复效果的预测有较高的分类识别率,这不仅为医生预测耳聋患者康复效果提供了一定的依据,也为耳聋患者康复效果预测系统的研究奠定了基础。

[0050] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合所附附图,作详细说明如下。

附图说明

[0051] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0052] 图1示出了本发明实施例提供了一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法的方法流程图。

[0053] 图2示出了本发明实施例提供了一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测系统的信号采集部分功能框图。

[0054] 图3示出了本发明实施例提供了一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测系统的信号处理部分的功能框图。

[0055] 图4示出了本发明实施例提供了一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测系统的第二信号处理器的功能子模块图。

[0056] 图标:101-第一存储器;102-第一信号处理器;103-第一通信单元;104-脑电信号采集装置;201-第二存储器;202-第二通信单元;300-第二信号处理器;301-特征提取模块;302-归一化处理模块;303-核函数模块;304-数据分类模块。

具体实施方式

[0057] 下面将结合本发明实施例中附图,对本发明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一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0058] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一

个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。同时,在本发明的描述中,术语“第一”、“第二”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0059] 请参阅图2,图2示出了一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测系统的信号采集部分的功能框图。

[0060] 第一存储器101可用于存储软件程序以及单元,如本发明实施例中的软件测试装置及方法所对应的程序指令/单元,第一信号处理器102通过运行存储在所述第一存储器101内的信号处理程序,从而执行各种功能应用以及数据处理,如本发明实施例提供的信号预处理方法。其中,所述第一存储器101可以是,但不限于,随机存取存储器(Random Access Memor3, RAM),只读存储器(Read OnI Memor,ROM),可编程只读存储器(Programmable Read-OnI Memor,PROM),可擦除只读存储器(Erasable Programmable Read-OnI Memor,EPR0M),电可擦除只读存储器(Electric Erasable Programmable Read-OnI Memor,EEPROM)等。第一信号处理器102以及其他可能的组件对第一存储器101的访问可在第一存储控制器的控制下进行。

[0061] 所述第一通信单元103用于通过所述网络建立所述信号采集部分与其它通信终端和/或其它装置之间的通信连接,并用于通过所述网络收发数据。

[0062] 应当理解的是,图2所示的结构仅为示意,信号采集部分还可包括比图2中所示更多或者更少的组件,或者具有与图2所示不同的配置。图2中所示的各组件可以采用硬件、软件或其组合实现。

[0063] 请参阅图3,图3示出了一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测系统的信号处理部分的功能框图。如图3所示,信号处理部分包括第二存储器201、第二通信单元202和第二信号处理器300。所述第二信号处理器300包括至少一个可以软件或固件(firmware)的形式存储于所述第二存储器201中的软件功能单元。

[0064] 第二存储器201可用于存储软件程序以及单元,第二信号处理器300通过运行存储在第二存储器201内的软件程序以及单元,从而执行各种功能应用以及数据处理。第二存储器201可包括高速随机第二存储器201,还可包括非易失性第二存储器201,如一个或者多个磁性存储装置、闪存、或者其他非易失性固态第二存储器201。

[0065] 外设接口404将各种输入/输出装置耦合至第二处理器403以及第二存储器401。在一些实施例中,外设接口404、第二处理器403以及存储控制器402可以在单个芯片中实现。在其他一些实例中,他们可以分别由独立的芯片实现。

[0066] 可以理解,图2所示的结构仅为示意,用户终端400还可包括比图1中所示更多或者更少的组件,或者具有与图1所示不同的配置。图1中所示的各组件可以采用硬件、软件或其组合实现。

[0067] 第一实施例,一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法,其特征在于,所述预测方法包括:

[0068] 获取若干个先天性耳聋患者的脑电信号,对获取的脑电信号进行预处理;

[0069] 在经过预处理后的脑电信号中抽取出脑电信号的特征量;

[0070] 对所有脑电信号数据进行归一化预处理;

[0071] 选取核函数;

[0072] 从脑电信号数据中,选定训练集和测试集;

[0073] 将训练集和测试集加载到支持向量机中,进行康复预测。

[0074] 进一步的,所述在经过预处理后的脑电信号中抽取出脑电信号的特征量的方法包括:

[0075] 获取源定位结果;

[0076] 进行T校验;

[0077] 进行肯德尔系数相关性检验。

[0078] 具体的,获取源定位结果的方法包括:脑电信号采集完毕后,对记录到的脑电信号数据按滤波(0.1~30Hz)、去除伪迹,主要去掉眼电、眼动等对事件相关电位的干扰、去除坏电极、选择全脑平均做参考电极、基线校正、脑电分段、叠加平均等7个步骤依序处理。

[0079] 接着,对“有声图片”刺激序列下每名受试者的60个脑电分段进行算术叠加平均,处理后每名受试者在上述刺激因子下生成一个平均后的脑电分段,然后对所得数据进行脑功能活动源定位计算。计算过程中,模为有限差分头模,基于正常电子计算机断层扫描和磁共振成像的平均头模重建确定2447个偶极子分布于大脑皮质,逆推方法选用标准低分辨率层析成像。在逆推模型中,调整正则化水平以稳定源定位结果。源定位结果显示电磁强度信号值,用以表示大脑皮层活动水平,单位为pA.m或nA.m,其中1pA.m=1000nA.m。以每段脑电分段数据中N1波区间作为研究重点,其中N1波为图片刺激在颞顶区诱发的第一个负向波,波峰区间大约在每段数据的110~150ms。源定位计算后,截取出在“有声图片”刺激下N1波区间内受试者的大脑皮层活动源定位结果。对每一测试时期内源定位N1波区间内的源定位结果分别进行源片段平均,最终,每次实验组数据采集处理后,我们获得了“有声图片”刺激下的N1波区间源定位结果。同时,对对照组数据进行相同的处理。最后,将实验组在人工耳蜗植入后第1、2、3、4、5、6月的脑功能活动源定位结果减去相应的对照组脑功能活动源定位结果,呈现出康复效果好的耳聋患者与康复效果差的耳聋患者在“有声图片”刺激下大脑皮层功能活动之间的差异。

[0080] 具体的,进行T校验的方法包括:假设数据具有正态性,检测两组数据的方差是否有显著性差异,检测两个样本平均数与其各自所代表的总体的差异的在统计学上是否显著,独立样本t检验统计量为:

$$[0081] \quad t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}};$$

[0082] S_1^2 和 S_2^2 为两样本方差, n_1 和 n_2 为两样本容量。

[0083] 进一步的,所述对所有脑电信号数据进行归一化预处理的方法包括:

[0084] 采用如下公式,进行归一化映射:

$$[0085] \quad f: x \rightarrow y = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}};$$

[0086] 式中, $x, y \in R^n$, $x_{\min} = \min(x)$, $x_{\max} = \max(x)$,将原始数据统一到某一区间范围内。

[0087] 进一步的,所述选取核函数的方法包括:

[0088] 设置四个类型参数,分别为:0,1,2,3;设置每个类型参数对应的核函数关系如下:

[0089] 当类型参数为0时,对应的核函数为: $K(x, x_i) = \tanh(\gamma x^T x_i + r)$;

[0090] 当类型参数为1时,对应的核函数为: $K(x, x_i) = (\gamma x^T x_i + r)^p$, $\gamma > 0$;

[0091] 当类型参数为2时,对应的核函数为: $K(x, x_i) = \exp(-\gamma \|x - x_i\|^2)^p$, $\gamma > 0$

[0092] 当类型参数为3时,对应的核参数为: $K(x, x_i) = \tanh(\gamma x^T x_i + r)$ 。

[0093] 具体的,

[0094] 进一步的,所述从脑电信号数据中,选定训练集和测试集的方法包括:

[0095] 将样本中第1到第N个样本作为第一类,表示康复效果差的耳聋患者;将样本中第N+1到最后一个样本作为第二类,表示康复效果好的患者。

[0096] 第二实施例,一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测系统,其特征在于,所述系统包括:

[0097] 信号采集部分,用于采集脑电信号,并对脑电信号进行预处理;

[0098] 信号处理部分,用于对预处理后的脑电信号进行处理,将处理后的结果发送到支持向量机;

[0099] 支持向量机,用于加载处理后的结果,进行康复预测。

[0100] 进一步的,所述信号采集部分包括:

[0101] 脑电信号采集装置,用于采集脑电信号;

[0102] 第一存储器,用于存储采集到的脑电信号;

[0103] 第一信号处理器,用于对采集到的脑电信号进行预处理;

[0104] 第一通信单元,用于和信号处理部分进行通信。

[0105] 进一步的,所述信号处理部分包括:

[0106] 第二通信单元,用于和信号采集部分进行通信;

[0107] 第二存储器,用于存储第二通信单元接收到的数据信息;

[0108] 第二信号处理器,用于对接收到的数据信息进行处理,将处理结果经第二通信单元发送给支持向量机。

[0109] 进一步的,所述第二信号处理器包括:

[0110] 特征提取模块,用于在经过预处理后的脑电信号中抽取出脑电信号的特征量;

[0111] 归一化处理模块,用于对所有脑电信号数据进行归一化预处理;

[0112] 核函数模块,用于选取核函数;

[0113] 数据分类模块,用于从脑电信号数据中,选定训练集和测试集。

[0114] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的装置和方法,也可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,附图中的流程图和框图显示了根据本发明的多个实施例的装置、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个单元、程序段或代码的一部分,所述单元、程序段或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意,在有些作为替换的实现方式中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0115] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一起形成一个独立的部分,也可以是各个单元单独存在,也可以两个或两个以上单元集成形成一个独立的部分。

[0116] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0117] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0118] 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。应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

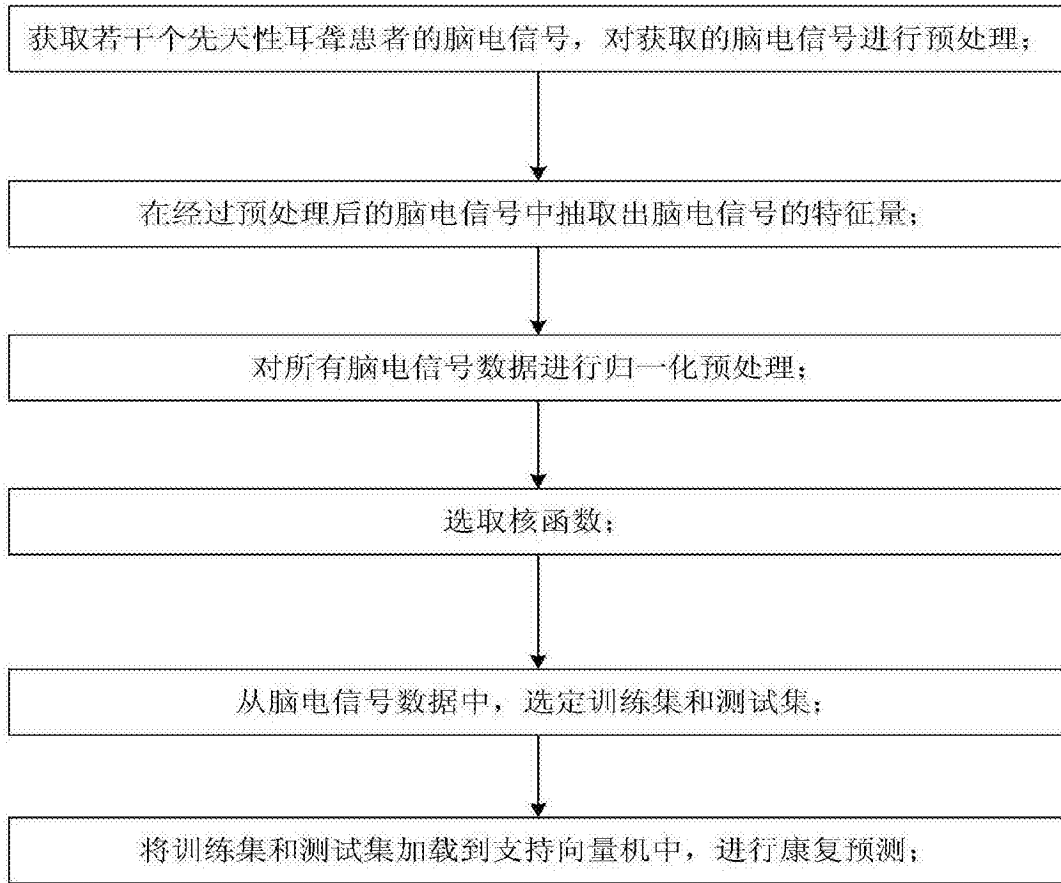


图1

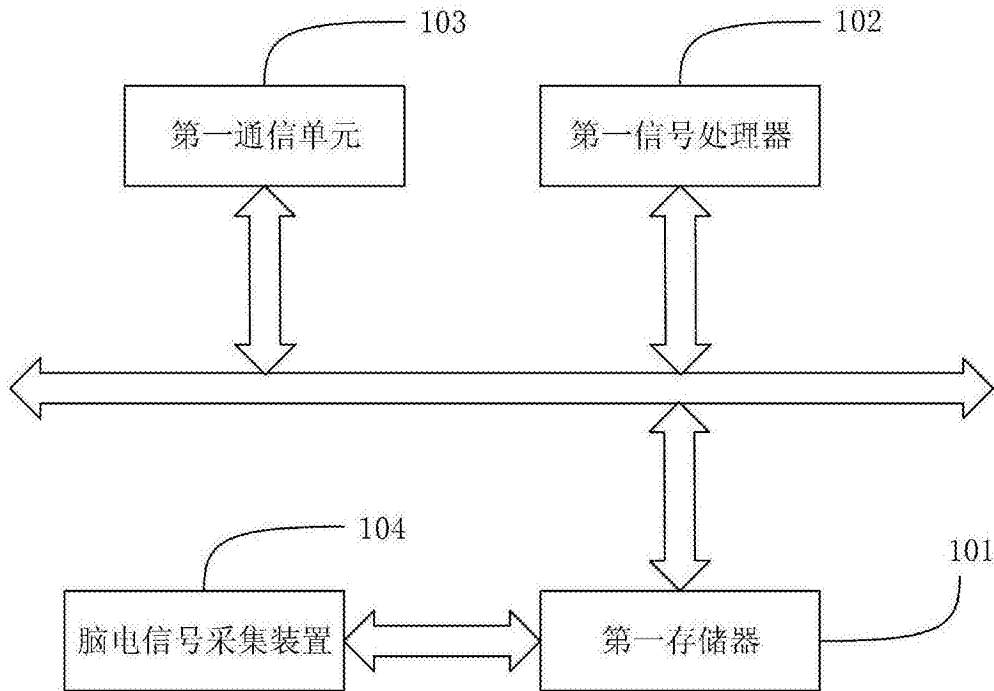


图2

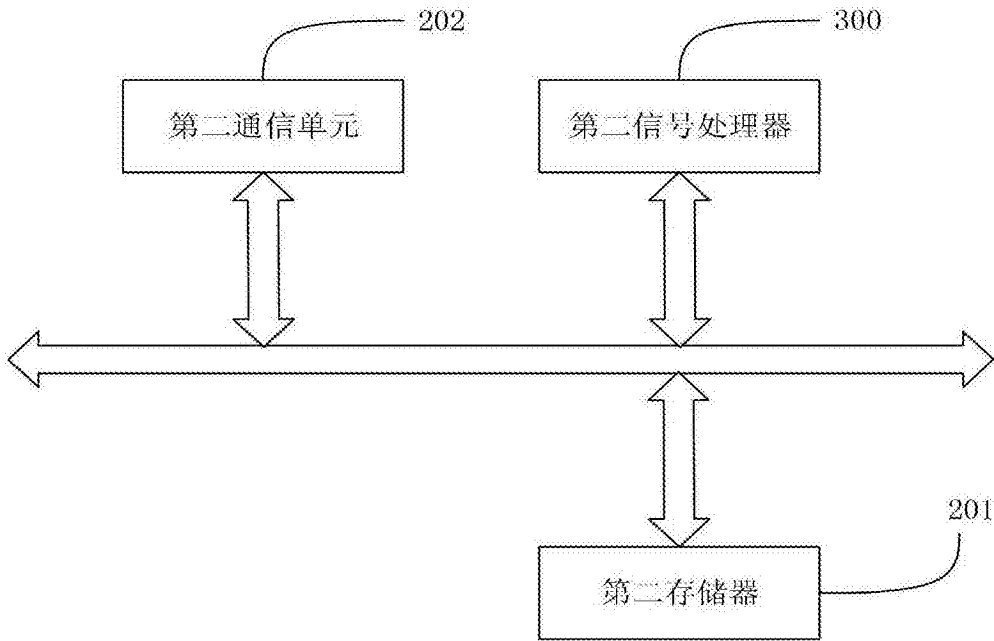


图3

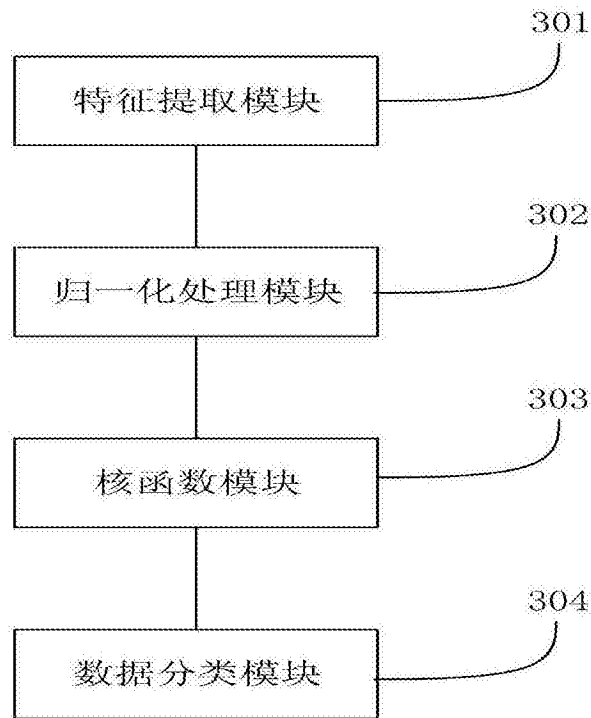


图4

专利名称(译)	一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法及系统		
公开(公告)号	CN107280666A	公开(公告)日	2017-10-24
申请号	CN2017110671952.X	申请日	2017-08-08
[标]申请(专利权)人(译)	中山大学孙逸仙纪念医院		
申请(专利权)人(译)	中山大学孙逸仙纪念医院		
当前申请(专利权)人(译)	中山大学孙逸仙纪念医院		
[标]发明人	郑亿庆 梁茂金 蔡跃新		
发明人	郑亿庆 梁茂金 蔡跃新		
IPC分类号	A61B5/0484 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/04842 A61B5/4848 A61B5/7235 A61B5/7264 A61B5/7275		
代理人(译)	向群		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明实施例提出一种基于机器学习的耳聋患者CI术后康复预测方法及系统，涉及计算机信号处理领域。所述方法包括：获取若干个先天性耳聋患者的脑电信号，对获取的脑电信号进行预处理；在经过预处理后的脑电信号中抽取脑电信号的特征量；对所有脑电信号数据进行归一化预处理；选取核函数；从脑电信号数据中，选定训练集和测试集；将训练集和测试集加载到支持向量机中，进行康复预测。本发明具有识别率高、准确率高和实用性高等优点。

