



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111134664 A

(43)申请公布日 2020.05.12

(21)申请号 201911309016.X

(22)申请日 2019.12.18

(71)申请人 武汉工程大学

地址 430000 湖北省武汉市东湖新技术开
发区光谷一路206号

(72)发明人 刘洋 刘军 孙思琪 侯青

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限
公司 11212

代理人 陈振玉

(51)Int.Cl.

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

G06K 9/62(2006.01)

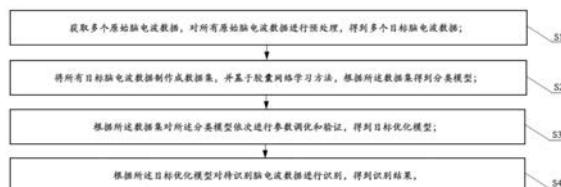
权利要求书3页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

一种基于胶囊网络的癫痫放电识别方法、系
统和存储介质

(57)摘要

本发明涉及一种基于胶囊网络的癫痫放电识别方法、系统和存储介质，方法包括获取多个原始脑电波数据，对所有原始脑电波数据进行预处理，得到多个目标脑电波数据；将所有目标脑电波数据制作成数据集，并基于胶囊网络学习方法，根据所述数据集得到分类模型；根据所述数据集对所述分类模型依次进行参数调优和验证，得到目标优化模型；根据所述目标优化模型对待识别脑电波数据进行识别，得到识别结果。本发明基于胶囊网络学习方法，能代替人工目测阅图，自动对大量的脑电波数据进行智能检测和识别，实时检测出癫痫样放电的脑电波数据，为临床做及时地干预，效率高，稳定性强，准确率高。



1. 一种基于胶囊网络的癫痫放电识别方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:获取多个原始脑电波数据,对所有原始脑电波数据进行预处理,得到多个目标脑电波数据;

步骤2:将所有目标脑电波数据制作成数据集,并基于胶囊网络学习方法,根据所述数据集得到分类模型;

步骤3:根据所述数据集对所述分类模型依次进行参数调优和验证,得到目标优化模型;

步骤4:根据所述目标优化模型对待识别脑电波数据进行识别,得到识别结果。

2. 根据权利要求1所述的基于胶囊网络的癫痫放电识别方法,其特征在于,所述步骤1的具体步骤包括:

步骤1.1:获取多个原始脑电波数据;

步骤1.2:对所有原始脑电波数据进行数据清洗,得到多个中间脑电波数据;

步骤1.3:采用主成分分析方法,对所有中间脑电波数据进行数据降维,得到多个目标脑电波数据。

3. 根据权利要求1所述的基于胶囊网络的癫痫放电识别方法,其特征在于,所述步骤2的具体步骤包括:

步骤2.1:将所有目标脑电波数据制作成数据集,并将所述数据集随机分成训练集、测试集和验证集;

步骤2.2:基于所述胶囊网络学习方法,利用胶囊网络构建训练模型,并按照预设的迭代训练次数,利用所述训练集对所述训练模型进行训练,得到第一检测模型;

步骤2.3:将所述测试集输入所述第一检测模型中进行检测,获取所述第一检测模型的第一准确率,判断所述第一准确率是否达到预期值,若是,则将所述第一检测模型确定为所述分类模型,若否,则执行步骤2.4;

步骤2.4:按照预设的所述迭代训练次数,利用所述测试集对所述训练模型进行训练,得到第二检测模型;

步骤2.5:将所述训练集输入所述第二检测模型中进行检测,获取所述第二检测模型的第二准确率;

步骤2.6:判断所述第二准确率是否达到所述预期值,若是,则将所述第二检测模型确定为所述分类模型,若否,则返回所述步骤2.1,将所述数据集再次随机分成新的训练集、测试集和验证集,重复所述步骤2.2至所述步骤2.5,直至所述第一准确率或所述第二准确率达到所述预期值,并将达到所述预期值的所述第一准确率对应的所述第一检测模型确定为所述分类模型,或者,将达到所述预期值的所述第二准确率对应的所述第二检测模型确定为所述分类模型。

4. 根据权利要求3所述的基于胶囊网络的癫痫放电识别方法,其特征在于,在所述步骤2.2中,构建所述训练模型的具体步骤包括:

步骤2.2.1:基于所述胶囊网络学习方法,构建胶囊网络结构;

步骤2.2.2:对所述训练集和所述测试集分别进行数据格式变换,并将数据格式变换后的所述训练集和所述测试集均输入所述胶囊网络结构中,利用动态路由方法对所述胶囊网络结构的每个胶囊层进行分类,得到所述训练模型。

5. 根据权利要求3所述的基于胶囊网络的癫痫放电识别方法,其特征在于,所述步骤3的具体步骤包括:

步骤3a.1:当所述步骤2.6中的所述第一准确率达到所述预期值时,将达到所述预期值的所述第一准确率对应的所述训练集和所述测试集均输入对应的所述分类模型中,并输入对应的所述分类模型的参数范围,利用网格搜索方法,对对应的所述分类模型进行参数调优,得到对应的所述分类模型的优化分类模型;

步骤3a.2:利用达到所述预期值的所述第一准确率对应的所述验证集对对应的所述优化分类模型进行验证,若验证通过,则将对对应的所述优化分类模型确定为所述目标优化模型,若验证不通过,则返回所述步骤2.1;

或者,

步骤3b.1:当所述步骤2.6中的所述第二准确率达到所述预期值时,将达到所述预期值的所述第二准确率对应的所述训练集和所述测试集均输入对应的所述分类模型中,并输入对应的所述分类模型的参数范围,利用网格搜索方法,对对应的所述分类模型进行参数调优,得到对应的所述分类模型对应的优化分类模型;

步骤3b.2:利用达到所述预期值的所述第二准确率对应的所述验证集对对应的所述优化分类模型进行验证,若验证通过,则将对对应的所述优化分类模型确定为所述目标优化模型,若验证不通过,则返回所述步骤2.1。

6. 一种基于胶囊网络的癫痫放电识别系统,其特征在于,包括数据获取模块、数据处理模块、模型获取模块、模型优化模块和识别模块;

所述数据获取模块,用于获取多个原始脑电波数据;

所述数据处理模块,用于对所有原始脑电波数据进行预处理,得到多个目标脑电波数据;

所述模型获取模块,用于将所有目标脑电波数据制作成数据集,并基于胶囊网络学习方法,根据所述数据集得到分类模型;

所述模型优化模块,用于根据所述数据集对所述分类模型依次进行参数调优和验证,得到目标优化模型;

所述识别模块,用于根据所述目标优化模型对待识别脑电波数据进行识别,得到识别结果。

7. 根据权利要求6所述的基于胶囊网络的癫痫放电识别系统,其特征在于,所述数据处理模块包括数据清洗单元和数据降维单元;

所述数据清洗单元,用于对所有原始脑电波数据进行数据清洗,得到多个中间脑电波数据;

所述数据降维单元,用于采用主成分分析方法,对所有中间脑电波数据进行数据降维,得到多个目标脑电波数据。

8. 根据权利要求6所述的基于胶囊网络的癫痫放电识别系统,其特征在于,所述模型获取模块包括数据集制作单元、训练单元、检测单元和分析单元;

所述数据集制作单元,用于将所有目标脑电波数据制作成数据集,并将所述数据集随机分成训练集、测试集和验证集;

所述训练单元,用于基于所述胶囊网络学习方法,利用胶囊网络构建训练模型,并按照

预设的迭代训练次数,利用所述训练集对所述训练模型进行训练,得到第一检测模型;

所述检测单元,用于将所述测试集输入所述第一检测模型中进行检测,获取所述第一检测模型的第一准确率;

所述分析单元,用于判断所述第一准确率是否达到预期值,若是,则将所述第一检测模型确定为所述分类模型;

所述训练单元,还用于当所述分析单元判断所述第一准确率未达到所述预期值时,按照预设的所述迭代训练次数,利用所述测试集对所述训练模型进行训练,得到第二检测模型;

所述检测单元,还用于将所述训练集输入所述第二检测模型中进行检测,获取所述第二检测模型的第二准确率;

所述分析单元,还用于判断所述第二准确率是否达到所述预期值,若是,则将所述第二检测模型确定为所述分类模型,若否,则将所述数据集再次随机分成新的训练集、测试集和验证集;

其中,所述训练单元、所述检测单元和所述分析单元构成闭环回路。

9.一种基于胶囊网络的癫痫放电识别系统,其特征在于,包括处理器、存储器和存储在所述存储器中且可运行在所述处理器上的计算机程序,所述计算机程序运行时实现如权利要求1至5任一项权利要求所述的方法步骤。

10.一种计算机存储介质,其特征在于,所述计算机存储介质包括:至少一个指令,在所述指令被执行时实现如权利要求1至5任一项所述的方法步骤。

一种基于胶囊网络的癫痫放电识别方法、系统和存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及人工智能和生物科学领域,尤其涉及一种基于胶囊网络的癫痫放电识别方法、系统和存储介质。

背景技术

[0002] 大脑,作为人体最重要的器官,其结构与功能都十分复杂,随着神经电生理技术的不断发展,研究脑神经是目前最为重要的研究方向之一。就临床应用来说,脑电图是通过电极记录下来的脑细胞群的自发性、节律性电活动,是检测脑功能最敏感的方法,是辅助诊断和治疗神经系统疾病的重要手段,特别是在解决癫痫等阵发性脑功能异常的定性及定位问题上,脑电图有着不可替代的作用。

[0003] 癫痫是一种常见的慢性综合症,以癫痫发作作为临床特征。临床上有典型癫痫发作的患者中,约80%可以在脑电波数据检查中发现癫痫样放电。因此,识别脑电波数据中是否出现癫痫样放电尤为重要。目前,通常由专家通过目测分析大量的脑电波数据,从被怀疑患有癫痫或癫痫患者的脑电波数据中,识别无规律出现的、与癫痫相关的瞬态特征波形。由于脑电波数据存在的复杂性和不确定性的特点,目前还难以依靠仪器自动识别和分类,导致长时间持续监测脑电波数据,仅能依靠专业人员人工目测阅图,不仅工作量极大,识别效率低下,而且专业人员长时间的人工目测阅图,容易产生疲劳而导致容易出错,无法保证较高的识别准确率,同时,还难以实时判断并反馈给临床做及时地干预。

[0004] 因此,亟需一种人工智能的、效率高的和准确率高的癫痫放电识别方法,能代替人工目测阅图,对大量的脑电波数据进行智能检测和识别,实时检测出癫痫样放电的脑电波数据,为临床做及时地干预。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足,提供一种基于胶囊网络的癫痫放电识别方法、系统和存储介质,克服了传统人工目测阅图识别癫痫放电的工作量大、效率低下和准确率不够的缺陷,能代替人工目测阅图,对大量的脑电波数据进行智能检测和识别。

[0006] 本发明解决上述技术问题的技术方案如下:

[0007] 一种基于胶囊网络的癫痫放电识别方法,包括以下步骤:

[0008] 步骤1:获取多个原始脑电波数据,对所有原始脑电波数据进行预处理,得到多个目标脑电波数据;

[0009] 步骤2:将所有目标脑电波数据制作成数据集,并基于胶囊网络学习方法,根据所述数据集得到分类模型;

[0010] 步骤3:根据所述数据集对所述分类模型依次进行参数调优和验证,得到目标优化模型;

[0011] 步骤4:根据所述目标优化模型对待识别脑电波数据进行识别,得到识别结果。

[0012] 本发明的有益效果是：将获取的原始脑电波数据进行预处理，可以筛除含缺失值的数据，还可以分析出更多有用信息的数据以及对识别和分类影响更大的信息，便于根据得到的目标脑电波数据制作数据集，从而便于获得识别和分类准确率更高的分类模型；其中，胶囊网络(Capsule Network, 简称CapsuleNet)是一种由神经元组成的胶囊结构，它的输入和输出都是矢量，不仅能与通过矢量的模长来表示某个特征出现的可能性，还能够通过矢量来表示特征的空间信息，包括位置、方向、大小和形变等，因此相比传统的卷积网络(Convolutional Neural Network, 简称CNN)，胶囊网络学习方法不仅可以学习到输入图像的绝大部分空间信息，同时提取到特征的多种不同变体也可以通过改变数字胶囊层(DigiCaps)矢量化特征得到，使得对于每个类别的输入，胶囊网络比传统的卷积网络能学习到一个更加鲁棒的表示；因此，基于胶囊网络学习方法得到的分类模型，能有效提高对癫痫放电分类的可靠性和稳定性，再通过对分类模型的参数调优和验证，获得的目标优化模型能进一步提高癫痫放电的识别准确率，克服了传统人工目测阅图识别癫痫放电的工作量大、效率低下和准确率不够的缺陷，能代替人工目测阅图，自动对大量的脑电波数据进行智能检测和识别，实时检测出癫痫样放电的脑电波数据，为临床做及时地干预，效率高，稳定性强，准确率高。

[0013] 在上述技术方案的基础上，本发明还可以做如下改进：

[0014] 进一步：所述步骤1的具体步骤包括：

[0015] 步骤1.1：获取多个原始脑电波数据；

[0016] 步骤1.2：对所有原始脑电波数据进行数据清洗，得到多个中间脑电波数据；

[0017] 步骤1.3：采用主成分分析方法，对所有中间脑电波数据进行数据降维，得到多个目标脑电波数据。

[0018] 进一步：所述步骤2的具体步骤包括：

[0019] 步骤2.1：将所有目标脑电波数据制作成数据集，并将所述数据集随机分成训练集、测试集和验证集；

[0020] 步骤2.2：基于所述胶囊网络学习方法，利用胶囊网络构建训练模型，并按照预设的迭代训练次数，利用所述训练集对所述训练模型进行训练，得到第一检测模型；

[0021] 步骤2.3：将所述测试集输入所述第一检测模型中进行检测，获取所述第一检测模型的第一准确率，判断所述第一准确率是否达到预期值，若是，则将所述第一检测模型确定为所述分类模型，若否，则执行步骤2.4；

[0022] 步骤2.4：按照预设的所述迭代训练次数，利用所述测试集对所述训练模型进行训练，得到第二检测模型；

[0023] 步骤2.5：将所述训练集输入所述第二检测模型中进行检测，获取所述第二检测模型的第二准确率；

[0024] 步骤2.6：判断所述第二准确率是否达到所述预期值，若是，则将所述第二检测模型确定为所述分类模型，若否，则返回所述步骤2.1，将所述数据集再次随机分成新的训练集、测试集和验证集，重复所述步骤2.2至所述步骤2.5，直至所述第一准确率或所述第二准确率达到所述预期值，并将达到所述预期值的所述第一准确率对应的所述第一检测模型确定为所述分类模型，或者，将达到所述预期值的所述第二准确率对应的所述第二检测模型确定为所述分类模型。

[0025] 进一步:在所述步骤2.2中,构建所述训练模型的具体步骤包括:

[0026] 步骤2.2.1:基于所述胶囊网络学习方法,构建胶囊网络结构;

[0027] 步骤2.2.2:对所述训练集和所述测试集分别进行数据格式变换,并将数据格式变换后的所述训练集和所述测试集均输入所述胶囊网络结构中,利用动态路由方法对所述胶囊网络结构的每个胶囊层进行分类,得到所述训练模型。

[0028] 进一步:所述步骤3的具体步骤包括:

[0029] 步骤3a.1:当所述步骤2.6中的所述第一准确率达到所述预期值时,将达到所述预期值的所述第一准确率对应的所述训练集和所述测试集均输入对应的所述分类模型中,并输入对应的所述分类模型的参数范围,利用网格搜索方法,对对应的所述分类模型进行参数调优,得到对应的所述分类模型所对应的优化分类模型;

[0030] 步骤3a.2:利用达到所述预期值的所述第一准确率对应的所述验证集对对应的所述优化分类模型进行验证,若验证通过,则将对应的所述优化分类模型确定为所述目标优化模型,若验证不通过,则返回所述步骤2.1;

[0031] 或者,

[0032] 步骤3b.1:当所述步骤2.6中的所述第二准确率达到所述预期值时,将达到所述预期值的所述第二准确率对应的所述训练集和所述测试集均输入对应的所述分类模型中,并输入对应的所述分类模型的参数范围,利用网格搜索方法,对对应的所述分类模型进行参数调优,得到对应的所述分类模型对应的优化分类模型;

[0033] 步骤3b.2:利用达到所述预期值的所述第二准确率对应的所述验证集对对应的所述优化分类模型进行验证,若验证通过,则将对应的所述优化分类模型确定为所述目标优化模型,若验证不通过,则返回所述步骤2.1。

[0034] 依据本发明的另一方面,提供了一种基于胶囊网络的癫痫放电识别系统,包括数据获取模块、数据处理模块、模型获取模块、模型优化模块和识别模块;

[0035] 所述数据获取模块,用于获取多个原始脑电波数据;

[0036] 所述数据处理模块,用于对所有原始脑电波数据进行预处理,得到多个目标脑电波数据;

[0037] 所述模型获取模块,用于将所有目标脑电波数据制作成数据集,并基于胶囊网络学习方法,根据所述数据集得到分类模型;

[0038] 所述模型优化模块,用于根据所述数据集对所述分类模型依次进行参数调优和验证,得到目标优化模型;

[0039] 所述识别模块,用于根据所述目标优化模型对待识别脑电波数据进行识别,得到识别结果。

[0040] 本发明的有益效果是:通过数据处理模块将数据获取模块获取的原始脑电波数据进行预处理,可以筛选含缺失值的数据,还可以分析出更多有用信息的数据以及对识别和分类影响更大的信息,便于模型获取根据得到的目标脑电波数据制作数据集,从而便于获得识别和分类准确率更高的分类模型;基于胶囊网络学习方法得到的分类模型,能有效提高对癫痫放电分类的可靠性和稳定性,再通过模型优化模块对分类模型的参数调优和验证,获得的目标优化模型能进一步提高癫痫放电的识别准确率,克服了传统人工目测阅图识别癫痫放电的工作量大、效率低下和准确率不够的缺陷,能代替人工目测阅图,自动对大

量的脑电波数据进行智能检测和识别,实时检测出癫痫样放电的脑电波数据,为临床做及时地干预,效率高,稳定性强,准确率高。

[0041] 在上述技术方案的基础上,本发明还可以做如下改进:

[0042] 进一步:所述数据处理模块包括数据清洗单元和数据降维单元;

[0043] 所述数据清洗单元,用于对所有原始脑电波数据进行数据清洗,得到多个中间脑电波数据;

[0044] 所述数据降维单元,用于采用主成分分析方法,对所有中间脑电波数据进行数据降维,得到多个目标脑电波数据。

[0045] 进一步:所述模型获取模块包括数据集制作单元、训练单元、检测单元和分析单元;

[0046] 所述数据集制作单元,用于将所有目标脑电波数据制作成数据集,并将所述数据集随机分成训练集、测试集和验证集;

[0047] 所述训练单元,用于基于所述胶囊网络学习方法,利用胶囊网络构建训练模型,并按照预设的迭代训练次数,利用所述训练集对所述训练模型进行训练,得到第一检测模型;

[0048] 所述检测单元,用于将所述测试集输入所述第一检测模型中进行检测,获取所述第一检测模型的第一准确率;

[0049] 所述分析单元,用于判断所述第一准确率是否达到预期值,若是,则将所述第一检测模型确定为所述分类模型;

[0050] 所述训练单元,还用于当所述分析单元判断所述第一准确率未达到所述预期值时,按照预设的所述迭代训练次数,利用所述测试集对所述训练模型进行训练,得到第二检测模型;

[0051] 所述检测单元,还用于将所述训练集输入所述第二检测模型中进行检测,获取所述第二检测模型的第二准确率;

[0052] 所述分析单元,还用于判断所述第二准确率是否达到所述预期值,若是,则将所述第二检测模型确定为所述分类模型,若否,则将所述数据集再次随机分成新的训练集、测试集和验证集;

[0053] 其中,所述训练单元、所述检测单元和所述分析单元构成闭环回路。

[0054] 依据本发明的另一方面,提供了一种基于胶囊网络的癫痫放电识别系统,包括处理器、存储器和存储在所述存储器中且可运行在所述处理器上的计算机程序,所述计算机程序运行时实现本发明的一种基于胶囊网络的癫痫放电识别方法中的步骤。

[0055] 本发明的有益效果是:通过存储在存储器上的计算机程序,并运行在处理器上,实现本发明的癫痫放电的识别,基于胶囊网络学习方法,克服了传统人工目测阅图识别癫痫放电的工作量大、效率低下和准确率不够的缺陷,能代替人工目测阅图,自动对大量的脑电波数据进行智能检测和识别,实时检测出癫痫样放电的脑电波数据,为临床做及时地干预,效率高,稳定性强,准确率高。

[0056] 依据本发明的另一方面,提供了一种计算机存储介质,所述计算机存储介质包括:至少一个指令,在所述指令被执行时实现本发明的一种癫痫样放电的识别与分类方法中的步骤。

[0057] 本发明的有益效果是:通过执行包含至少一个指令的计算机存储介质,实现本发

明的癫痫放电的识别,基于胶囊网络学习方法,克服了传统人工目测阅图识别癫痫放电的工作量大、效率低下和准确率不够的缺陷,能代替人工目测阅图,自动对大量的脑电波数据进行智能检测和识别,实时检测出癫痫样放电的脑电波数据,为临床做及时地干预,效率高,稳定性强,准确率高。

附图说明

- [0058] 图1为本发明实施例一中一种基于胶囊网络的癫痫放电识别方法的流程示意图;
- [0059] 图2为本发明实施例一中得到多个目标脑电波数据的流程示意图;
- [0060] 图3为本发明实施例一中其中一个原始脑电波数据的波形示意图;
- [0061] 图4为本发明实施例一中其中一个原始脑电波数据对应的目标脑电波数据的波形示意图;
- [0062] 图5为本发明实施例一中得到分类模型的流程示意图;
- [0063] 图6-1和图6-2为本发明实施例一中得到目标优化模型的流程示意图;
- [0064] 图7为本发明实施例二中一种基于胶囊网络的癫痫放电识别系统的结构示意图;
- [0065] 图8为本发明实施例二中另一种基于胶囊网络的癫痫放电识别系统的结构示意图。

具体实施方式

[0066] 以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0067] 下面结合附图,对本发明进行说明。

[0068] 实施例一、如图1所示,一种基于胶囊网络的癫痫放电识别方法,包括以下步骤:

[0069] S1:获取多个原始脑电波数据,对所有原始脑电波数据进行预处理,得到多个目标脑电波数据;

[0070] S2:将所有目标脑电波数据制作成数据集,并基于胶囊网络学习方法,根据所述数据集得到分类模型;

[0071] S3:根据所述数据集对所述分类模型依次进行参数调优和验证,得到目标优化模型;

[0072] S4:根据所述目标优化模型对待识别脑电波数据进行识别,得到识别结果。

[0073] 将获取的原始脑电波数据进行预处理,可以筛除含缺失值的数据,还可以分析出更多有用信息的数据以及对识别和分类影响更大的信息,便于根据得到的目标脑电波数据制作数据集,从而便于获得识别和分类准确率更高的分类模型;基于胶囊网络学习方法得到的分类模型,能有效提高对癫痫放电分类的可靠性和稳定性,再通过对分类模型的参数调优和验证,获得的目标优化模型能进一步提高癫痫放电的识别准确率,克服了传统人工目测阅图识别癫痫放电的工作量大、效率低下和准确率不够的缺陷,能代替人工目测阅图,自动对大量的脑电波数据进行智能检测和识别,实时检测出癫痫样放电的脑电波数据,为临床做及时地干预,效率高,稳定性强,准确率高。

[0074] 优选地,如图2所示,S1的具体步骤包括:

[0075] S1.1:获取多个原始脑电波数据;

[0076] S1.2:对所有原始脑电波数据进行数据清洗,得到多个中间脑电波数据;

[0077] S1.3:采用主成分分析方法,对所有中间脑电波数据进行数据降维,得到多个目标脑电波数据。

[0078] 通过数据清洗,可以筛除掉质量差、含缺失值的数据,得到质量更好的多个中间脑电波数据;通过主成分分析方法进行数据降维,便于得到对癫痫分类影响更大的主要特征,减小了后续步骤的运算量,后续胶囊网络只需要较少的训练数据即可得到较高的准确率;

[0079] 主成分分析方法(Principal Component Analysis,简称PCA)也称主分量分析方法,旨在利用降维的思想,把多指标转化为少数几个综合指标(即主成分)其中每个主成分都能够反映原始变量的大部分信息,且所含信息互不重复;这种方法在引进多方面变量的同时将复杂因素归结为几个主成分,使问题简单化,同时得到的结果更加科学有效的数据信息;是一种数学变换的方法,它把给定的一组相关变量通过线性变换转成另一组不相关的变量,这些新的变量按照方差依次递减的顺序排列;在数学变换中保持变量的总方差不变,使第一变量具有最大的方差,称为第一主成分,第二变量的方差次大,并且和第一变量不相关,称为第二主成分;依次类推,n个变量就有n个主成分;其中,主成分分析方法的具体操作步骤为现有技术,具体不再赘述。

[0080] 具体地,本实施例中获取了150例正常人和癫痫患者的原始脑电波数据,150个原始脑电波数据中包括50个正常、50个纹波和50个快速纹波;该150个原始脑电波数据用数据格式(150,500)描述,其中150代表有150个原始脑电波数据,500代表每个原始脑电波数据的维度,即每个原始脑电波数据的大小为 500×1 ,其中1代表单通道采样,500为单通道采样总点数,对于任一个原始脑电波数据,其有些维度上的特征值在列方向上会出现多列缺失值,因此在数据清洗的过程中,删除特征值中所有缺失值的列,可得到对应的中间脑电波数据。

[0081] 具体地,本实施例其中一个原始脑电波数据的波形示意图如图3所示,维度为500,采用主成分分析法对其进行数据降维,维度降至300,对应的目标脑电波数据的波形示意图如图4所示。

[0082] 优选地,如图5所示,S2的具体步骤包括:

[0083] S2.1:将所有目标脑电波数据制作成数据集,并将所述数据集随机分成训练集、测试集和验证集;

[0084] S2.2:基于所述胶囊网络学习方法,利用胶囊网络构建训练模型,并按照预设的迭代训练次数,利用所述训练集对所述训练模型进行训练,得到第一检测模型;

[0085] S2.3:将所述测试集输入所述第一检测模型中进行检测,获取所述第一检测模型的第一准确率,判断所述第一准确率是否达到预期值,若是,则将所述第一检测模型确定为所述分类模型,若否,则执行S2.4;

[0086] S2.4:按照预设的所述迭代训练次数,利用所述测试集对所述训练模型进行训练,得到第二检测模型;

[0087] S2.5:将所述训练集输入所述第二检测模型中进行检测,获取所述第二检测模型的第二准确率;

[0088] S2.6:判断所述第二准确率是否达到所述预期值,若是,则将所述第二检测模型确定为所述分类模型,若否,则返回S2.1,将所述数据集再次随机分成新的训练集、测试集和

验证集,重复S2.2至S2.5,直至所述第一准确率或所述第二准确率达到所述预期值,并将达到所述预期值的所述第一准确率对应的所述第一检测模型确定为所述分类模型,或者,将达到所述预期值的所述第二准确率对应的所述第二检测模型确定为所述分类模型。

[0089] 数据随机分成训练集、测试集和验证集,能保证数据的客观性,减少人为因素,有效提高后续分类模型的准确率;同时,基于胶囊网络学习方法得到的第一检测模型和第二检测模型,能保证较高的分类准确率,得到符合预期的分类模型;其中,当第一检测模型的第一准确率未达到预期值时,对测试集进行训练,得到第二检测模型,并利用训练集来检测得到第二准确率,相当于交换训练集和测试集,能进一步能保证得到符合预期的分类模型;其中,当第二准确率也未达到预期值时,将数据集再次随机分成新的训练集、测试集和验证集,重复检测第一准确率和第二准确率,直至第一准确率或第二准确率达到预期值,能使得达到预期值对应的分类模型来检测待识别的脑电波数据的准确率一直保持在较高水平,癫痫放电识别的稳定性和可靠性高。

[0090] 需要说明的是,由于数据集每次随机分成训练集、测试集和验证集均是随机划分的,因此每次的随机比例均不相同,可以调用train_test_split函数进行随机划分。

[0091] 具体地,本实施例中将150个目标脑电波数据制作成数据集的过程中,由于150个目标脑电波数据中包括50个正常、50个纹波和50个快速纹波,因此在数据集中,对这三类数据分别标注样本标签,对应的样本标签分别为N、F和R,通过这些样本标签便于后续的训练过程。

[0092] 优选地,在S2.2中,构建所述训练模型的具体步骤包括:

[0093] S2.2.1:基于所述胶囊网络学习方法,构建胶囊网络结构;

[0094] S2.2.2:对所述训练集和所述测试集分别进行数据格式变换,并将数据格式变换后的所述训练集和所述测试集均输入所述胶囊网络结构中,利用动态路由方法对所述胶囊网络结构的每个胶囊层进行分类,得到所述训练模型。

[0095] 通过数据格式变换,能方便训练模型的建立,进而便于后续基于胶囊网络学习方法的训练,提高训练效率和训练效果;动态路由方法是节点的路由选择,依靠网络当前的状态信息来决定,根据网络流量和拓扑结构的变化来调整自身的路由表,找出最佳路由,因此利用动态网络路由方法对每个胶囊层进行分类,得到的训练模型进行训练后得到的分类模型的分类结果与原数据所述所属分类差距较小,分类效果好;其中,动态路由方法的具体操作步骤为现有技术,具体不再赘述。

[0096] 具体地,本实施例S2.2.2中,将数据格式变换后的训练集和测试集均输入胶囊网络结构中,经过一层标准卷积(卷积数量为32,卷积核为 1×1 ,步长为1,激活函数为relu)得到的三维张量为(None,100,32),其中参数数量为64;然后进入一个带有squash激活函数的卷积(胶囊个数为4个,通道数为32,卷积核为 1×1 ,步长为1),得到reshape为(None,3200,8);再经过squash激活函数进入核心的胶囊层,动态路由方法就是在该核心的胶囊层,最后输出分类结果,并对对应的分类结果进行标签标记,完成训练模型的构建。

[0097] 优选地,如图6-1和图6-2所示,S3的具体步骤包括:

[0098] S3a.1:当S2.6中的所述第一准确率达到所述预期值时,将达到所述预期值的所述第一准确率对应的所述训练集和所述测试集均输入对应的所述分类模型中,并输入对应的所述分类模型的参数范围,利用网格搜索方法,对对应的所述分类模型进行参数调优,得到

对应的所述分类模型所对应的优化分类模型；

[0099] S3a.2:利用达到所述预期值的所述第一准确率对应的所述验证集对对应的所述优化分类模型进行验证,若验证通过,则将对应的所述优化分类模型确定为所述目标优化模型,若验证不通过,则返回S2.1;

[0100] 或者,

[0101] S3b.1:当S2.6中的所述第二准确率达到所述预期值时,将达到所述预期值的所述第二准确率对应的所述训练集和所述测试集均输入对应的所述分类模型中,并输入对应的所述分类模型的参数范围,利用网格搜索方法,对对应的所述分类模型进行参数调优,得到对应的所述分类模型对应的优化分类模型;

[0102] S3b.2:利用达到所述预期值的所述第二准确率对应的所述验证集对对应的所述优化分类模型进行验证,若验证通过,则将对应的所述优化分类模型确定为所述目标优化模型,若验证不通过,则返回S2.1。

[0103] 利用网格搜索方法进行参数调优,能保证得到分类模型对应的最优参数,且自动调优的过程可并行性高;利用验证集对优化分类模型进行验证,将验证通过的优化分类模型确定为目标优化模型,能进一步确保目标优化模型对癫痫放电的分类准确率,实时地检测出癫痫样放电的脑电波数据,为临床做及时地干预;其中,网格搜索方法的具体操作步骤为现有技术,具体不再赘述。

[0104] 需要说明的是,本实施例是对达到预期值的第一准确率所对应的分类模型进行参数调优和验证,或者对达到预期值的第二准确率所对应的分类模型进行参数调优和验证;当为前者时,利用达到预期值的第一准确率所对应的训练集和测试集进行参数调优,并利用对应的验证集进行验证;当为后者时,利用达到预期值的第二准确率所对应的训练集和测试集进行参数调优,并利用对应的验证集进行验证。

[0105] 具体地,本实施例S3.1中需要调优的参数包括分类模型中的学习率、迭代次数等,通过自定义这些参数的参数范围并输入至分类模型中,再利用网格搜索方法对这些参数进行参数调优,得到最优参数组合,再将该最优参数组合输入至分类模型中,得到的即为优化分类模型。同时,当数据集过大时,还可以结合坐标下降的方法来进行参数调优,该坐标下降的具体操作步骤为现有技术,本实施例不再赘述。

[0106] 具体地,本实施例S3.2中对优化分类模型进行验证的过程中,将验证集输入该优化分类模型,再计算该优化分类模型的四个评估指标,分别为召回率(Recall)、准确率(Accuracy)、精确率(Precision)和综合评价指标(F-Measure,或F-Score),根据这四个评估指标的具体数值来综合评估该优化分类模型是否验证通过。

[0107] 实施例二、如图7所示,一种基于胶囊网络的癫痫放电识别系统,包括数据获取模块、数据处理模块、模型获取模块、模型优化模块和识别模块;

[0108] 所述数据获取模块,用于获取多个原始脑电波数据;

[0109] 所述数据处理模块,用于对所有原始脑电波数据进行预处理,得到多个目标脑电波数据;

[0110] 所述模型获取模块,用于将所有目标脑电波数据制作成数据集,并基于胶囊网络学习方法,根据所述数据集得到分类模型;

[0111] 所述模型优化模块,用于根据所述数据集对所述分类模型依次进行参数调优和验

证,得到目标优化模型;

[0112] 所述识别模块,用于根据所述目标优化模型对待识别脑电波数据进行识别,得到识别结果。

[0113] 通过数据处理模块将数据获取模块获取的原始脑电波数据进行预处理,可以筛除含缺失值的数据,还可以分析出更多有用信息的数据以及对识别和分类影响更大的信息,便于模型获取根据得到的目标脑电波数据制作数据集,从而便于获得识别和分类准确率更高的分类模型;基于胶囊网络学习方法得到的分类模型,能有效提高对癫痫放电分类的可靠性和稳定性,再通过模型优化模块对分类模型的参数调优和验证,获得的目标优化模型能进一步提高癫痫放电的识别准确率,克服了传统人工目测阅图识别癫痫放电的工作量大、效率低下和准确率不够的缺陷,能代替人工目测阅图,自动对大量的脑电波数据进行智能检测和识别,实时检测出癫痫样放电的脑电波数据,为临床做及时地干预,效率高,稳定性强,准确率高。

[0114] 优选地,如图8所示,所述数据处理模块包括数据清洗单元和数据降维单元;

[0115] 所述数据清洗单元,用于对所有原始脑电波数据进行数据清洗,得到多个中间脑电波数据;

[0116] 所述数据降维单元,用于采用主成分分析方法,对所有中间脑电波数据进行数据降维,得到多个目标脑电波数据。

[0117] 通过数据清洗,可以筛除掉质量差、含缺失值的数据,得到质量更好的多个中间脑电波数据;通过主成分分析方法进行数据降维,便于得到对癫痫分类影响更大的主要特征,减小了后续步骤的运算量,后续胶囊网络只需要较少的训练数据即可得到较高的准确率。

[0118] 优选地,如图8所示,所述模型获取模块包括数据集制作单元、训练单元、检测单元和分析单元;

[0119] 所述数据集制作单元,用于将所有目标脑电波数据制作成数据集,并将所述数据集随机分成训练集、测试集和验证集;

[0120] 所述训练单元,用于基于所述胶囊网络学习方法,利用胶囊网络构建训练模型,并按照预设的迭代训练次数,利用所述训练集对所述训练模型进行训练,得到第一检测模型;

[0121] 所述检测单元,用于将所述测试集输入所述第一检测模型中进行检测,获取所述第一检测模型的第一准确率;

[0122] 所述分析单元,用于判断所述第一准确率是否达到预期值,若是,则将所述第一检测模型确定为所述分类模型;

[0123] 所述训练单元,还用于当所述分析单元判断所述第一准确率未达到所述预期值时,按照预设的所述迭代训练次数,利用所述测试集对所述训练模型进行训练,得到第二检测模型;

[0124] 所述检测单元,还用于将所述训练集输入所述第二检测模型中进行检测,获取所述第二检测模型的第二准确率;

[0125] 所述分析单元,还用于判断所述第二准确率是否达到所述预期值,若是,则将所述第二检测模型确定为所述分类模型,若否,则将所述数据集再次随机分成新的训练集、测试集和验证集;

[0126] 其中,所述训练单元、所述检测单元和所述分析单元构成闭环回路。

[0127] 通过上述单元构成的模型获取模块,能保证数据的客观性,减少人为因素,有效提高后续分类模型的准确率;同时,基于胶囊网络学习方法得到的第一检测模型和第二检测模型,能保证较高的分类准确率,得到符合预期的分类模型,对癫痫放电识别的稳定性和可靠性高。

[0128] 优选地,如图8所示,所述模型优化模块包括参数调优单元和验证单元;

[0129] 所述参数调优单元,用于当所述第一准确率达到所述预期值时,将达到所述预期值的所述第一准确率对应的所述训练集和所述测试集均输入对应的所述分类模型中,并输入对应的所述分类模型的参数范围,利用网格搜索方法,对对应的所述分类模型进行参数调优,得到对应的所述分类模型所对应的优化分类模型;或者,用于当所述第二准确率达到所述预期值时,将达到所述预期值的所述第二准确率对应的所述训练集和所述测试集均输入对应的所述分类模型中,并输入对应的所述分类模型的参数范围,利用网格搜索方法,对对应的所述分类模型进行参数调优,得到对应的所述分类模型所对应的优化分类模型;

[0130] 所述验证单元,用于利用达到所述预期值的所述第一准确率对应的所述验证集对对应的所述优化分类模型进行验证,若验证通过,则对应的所述优化分类模型确定为所述目标优化模型;或者,用于利用达到所述预期值的所述第二准确率对应的所述验证集对对应的所述优化分类模型进行验证,若验证通过,则对应的所述优化分类模型确定为所述目标优化模型。

[0131] 利用网格搜索方法进行参数调优,能保证得到分类模型对应的最优参数,且自动调优的过程可并行性高;利用验证集对优化分类模型进行验证,将验证通过的优化分类模型确定为目标优化模型,能进一步确保目标优化模型对癫痫放电的分类准确率,实时地检测出癫痫样放电的脑电波数据,为临床做及时地干预。

[0132] 实施例三、基于实施例一和实施例二,本实施例还公开了一种基于胶囊网络的癫痫放电识别系统,包括处理器、存储器和存储在所述存储器中且可运行在所述处理器上的计算机程序,所述计算机程序运行时实现如图1所示的S1至S4的具体步骤。

[0133] 通过存储在存储器上的计算机程序,并运行在处理器上,实现本发明的癫痫放电的识别,基于胶囊网络学习方法,克服了传统人工目测阅图识别癫痫放电的工作量大、效率低下和准确率不够的缺陷,能代替人工目测阅图,自动对大量的脑电波数据进行智能检测和识别,实时检测出癫痫样放电的脑电波数据,为临床做及时地干预,效率高,稳定性强,准确率高。

[0134] 本实施例还提供一种计算机存储介质,所述计算机存储介质上存储有至少一个指令,所述指令被执行时实现所述S1至S4的具体步骤。

[0135] 通过执行包含至少一个指令的计算机存储介质,实现本发明的癫痫放电的识别,基于胶囊网络学习方法,克服了传统人工目测阅图识别癫痫放电的工作量大、效率低下和准确率不够的缺陷,能代替人工目测阅图,自动对大量的脑电波数据进行智能检测和识别,实时检测出癫痫样放电的脑电波数据,为临床做及时地干预,效率高,稳定性强,准确率高。

[0136] 本实施例中S1至S4的未尽细节,详见实施例一以及图1至图6-2的具体描述内容,此处不再赘述。

[0137] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,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。

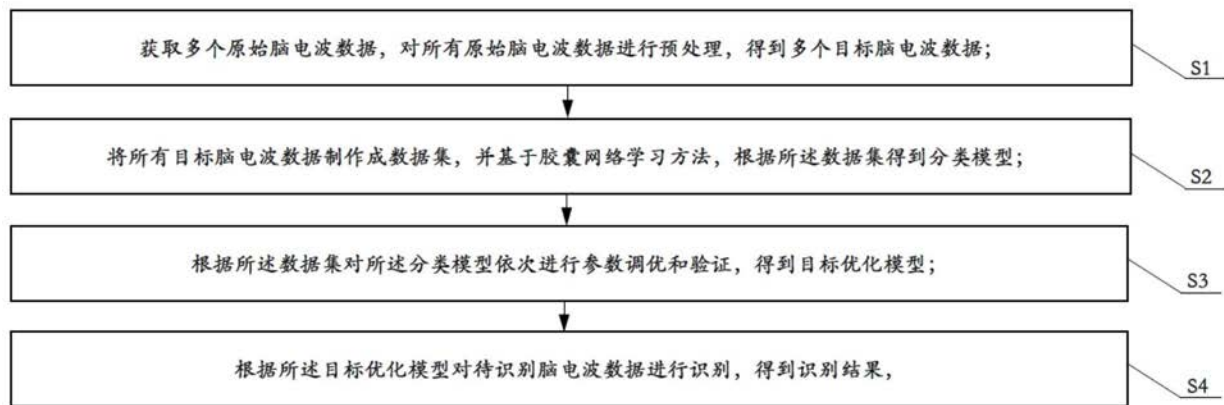


图1

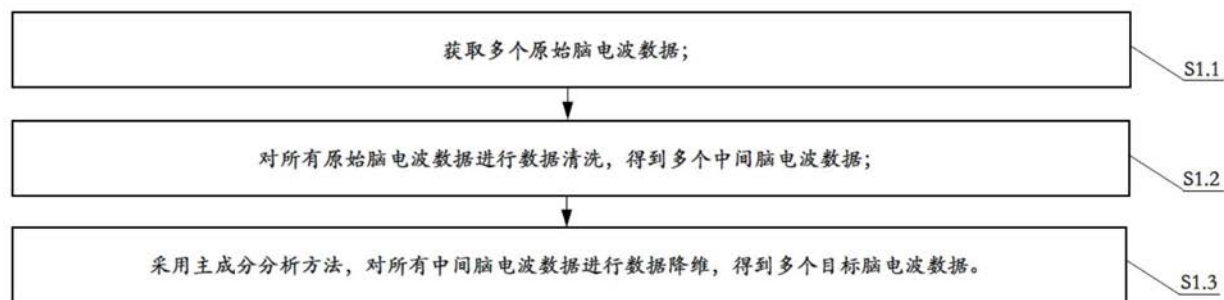


图2

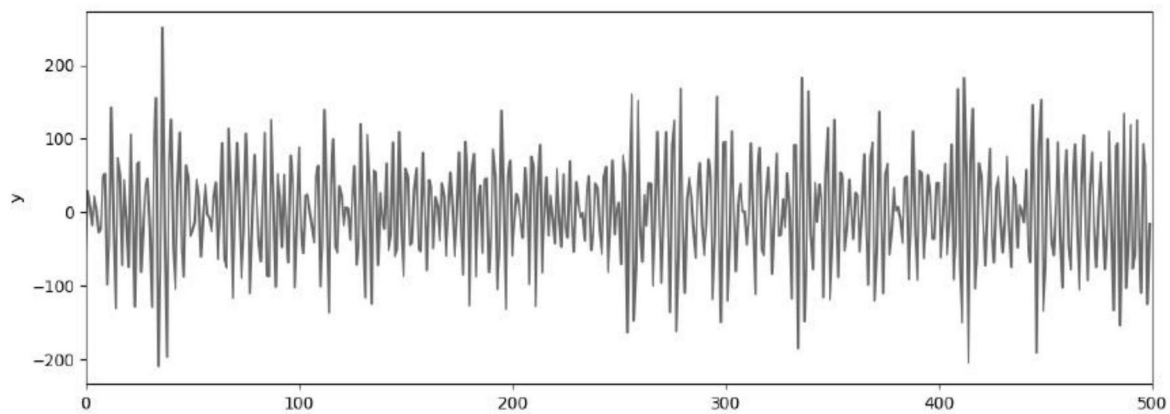


图3

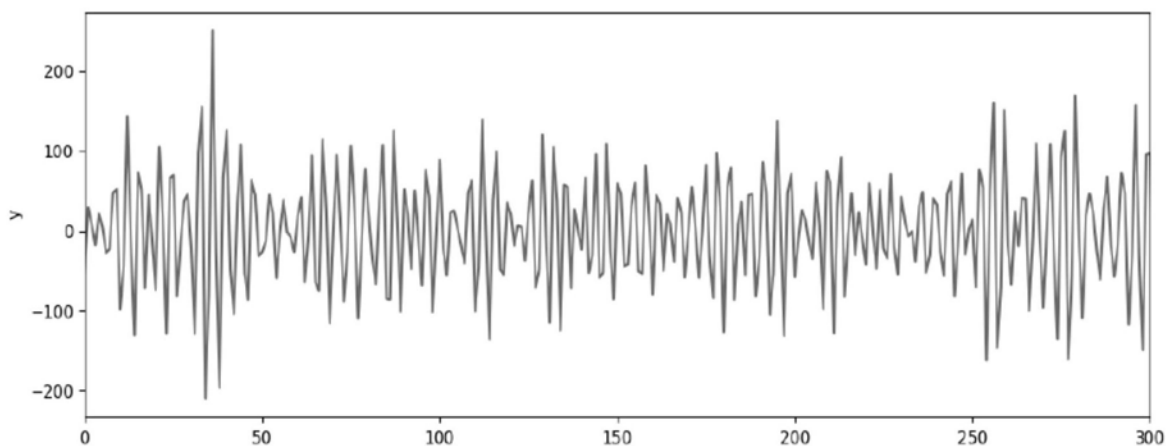


图4

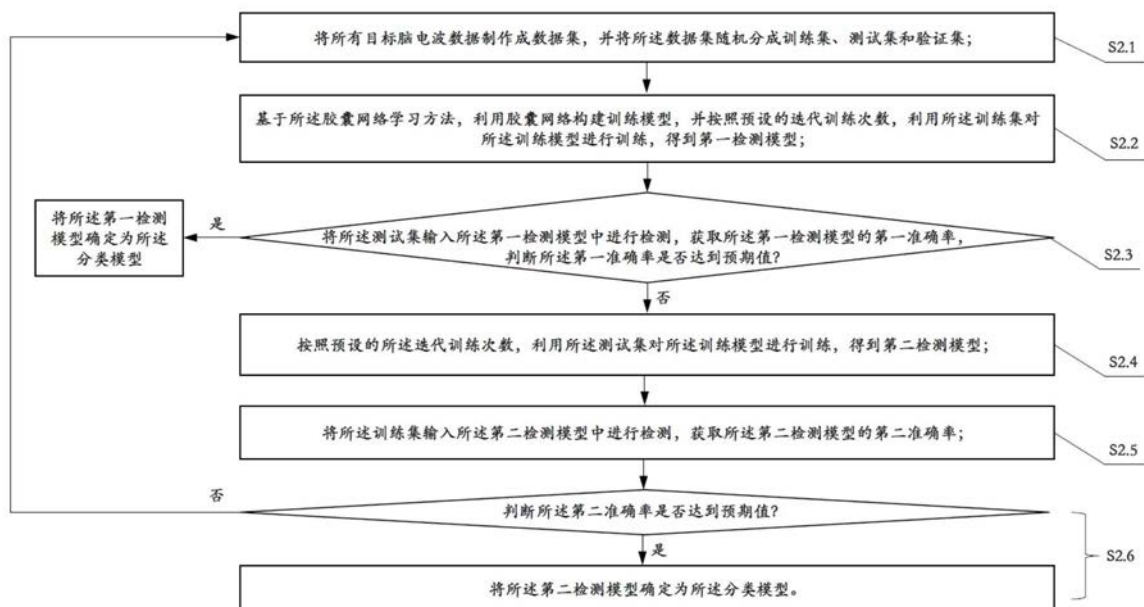


图5

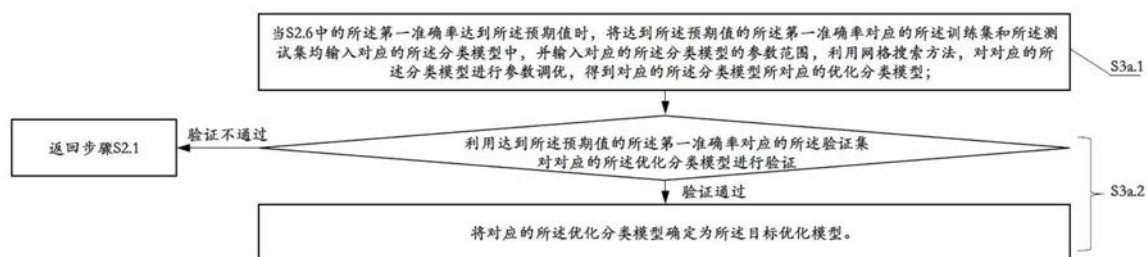


图6-1

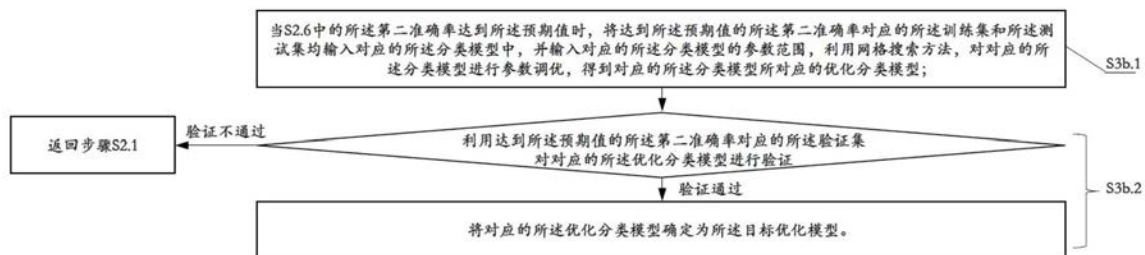


图6-2

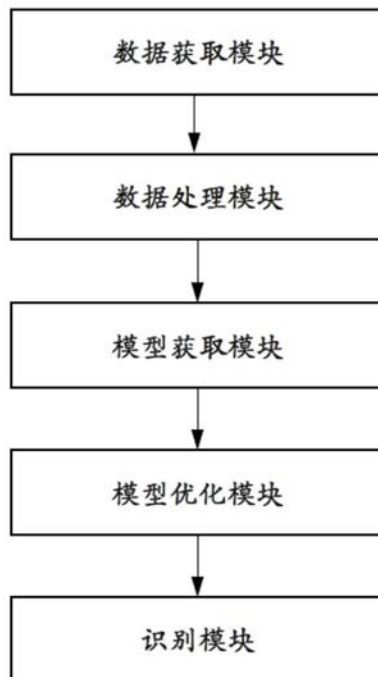


图7

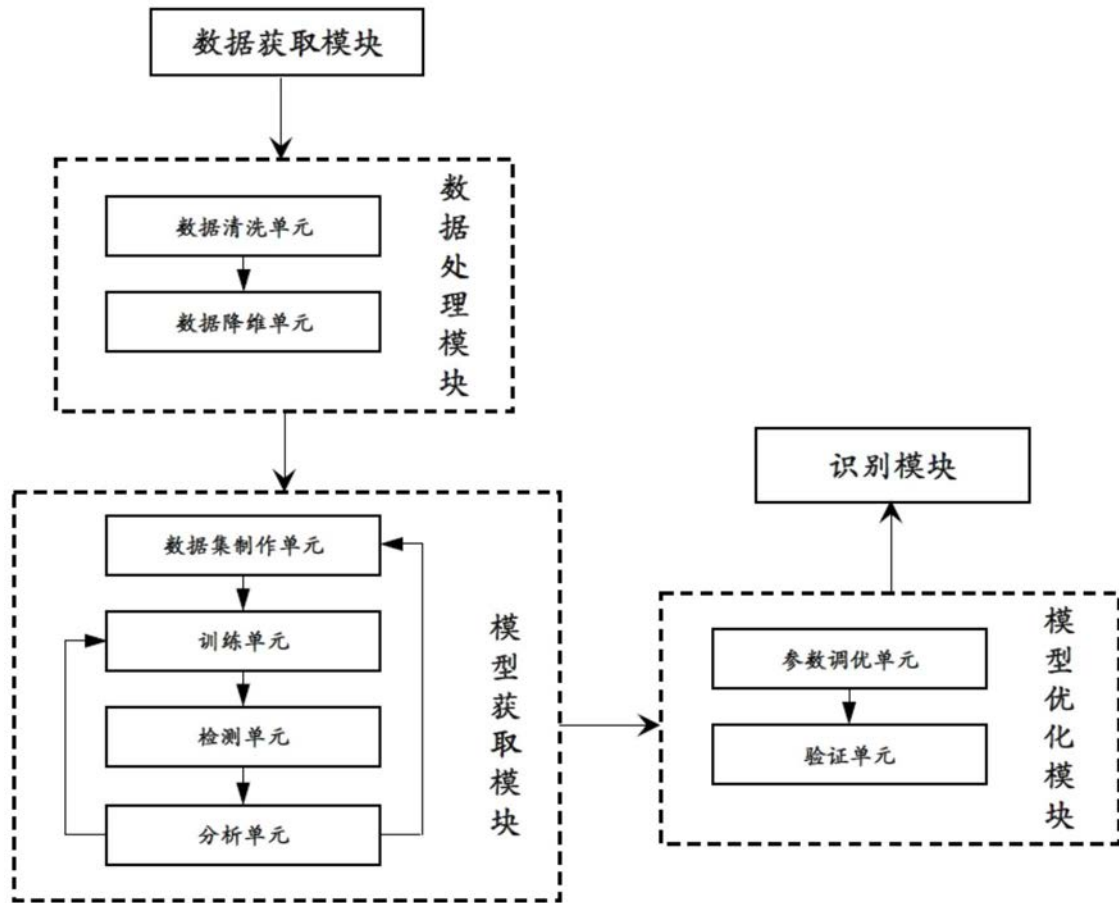


图8

专利名称(译)	一种基于胶囊网络的癫痫放电识别方法、系统和存储介质		
公开(公告)号	CN111134664A	公开(公告)日	2020-05-12
申请号	CN201911309016.X	申请日	2019-12-18
[标]申请(专利权)人(译)	武汉工程大学		
申请(专利权)人(译)	武汉工程大学		
当前申请(专利权)人(译)	武汉工程大学		
[标]发明人	刘洋 刘军 侯青		
发明人	刘洋 刘军 孙思琪 侯青		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/00 G06K9/62		
代理人(译)	陈振玉		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种基于胶囊网络的癫痫放电识别方法、系统和存储介质，方法包括获取多个原始脑电波数据，对所有原始脑电波数据进行预处理，得到多个目标脑电波数据；将所有目标脑电波数据制作成数据集，并基于胶囊网络学习方法，根据所述数据集得到分类模型；根据所述数据集对所述分类模型依次进行参数调优和验证，得到目标优化模型；根据所述目标优化模型对待识别脑电波数据进行识别，得到识别结果。本发明基于胶囊网络学习方法，能代替人工目测阅图，自动对大量的脑电波数据进行智能检测和识别，实时检测出癫痫样放电的脑电波数据，为临床做及时地干预，效率高，稳定性强，准确率高。

