



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107361745 A

(43)申请公布日 2017. 11. 21

(21)申请号 201710671649.X

(22)申请日 2017.08.08

(71)申请人 浙江纽若思医疗科技有限公司

地址 311121 浙江省杭州市余杭区仓前街
道绿汀路1号3幢348室

(72)发明人 张铁军

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 罗满

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/0496(2006.01)

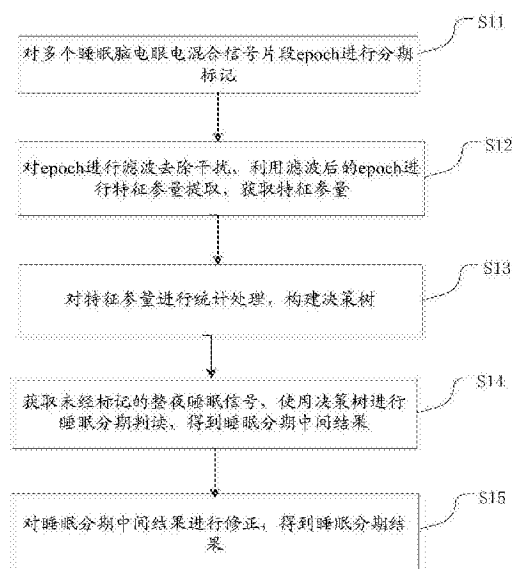
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法

(57)摘要

本发明公开了一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法,该方法包括:对多个睡眠脑电眼电混合信号片段epoch进行分期标记;对epoch进行滤波去除干扰,利用滤波后的epoch进行特征参量提取,获取特征参量;对特征参量进行统计处理,构建决策树;获取未经标记的整夜睡眠信号,使用决策树进行睡眠分期判读,得到睡眠分期中间结果;对睡眠分期中间结果进行修正,得到睡眠分期结果。该方法实现提高睡眠分期识别率。



1. 一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法,其特征在于,包括:
对多个睡眠脑电眼电混合信号片段epoch进行分期标记;
对epoch进行滤波去除干扰,利用滤波后的epoch进行特征参量提取,获取特征参量;
对特征参量进行统计处理,构建决策树;
获取未经标记的整夜睡眠信号,使用决策树进行睡眠分期判读,得到睡眠分期中间结果;
对睡眠分期中间结果进行修正,得到睡眠分期结果。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述特征参量包括:delta频段总能量、theta频段总能量、alpha频段总能量、sigma频段总能量、beta频段总能量、肌肉电频段总能量、眼电信号总能量、剔除眼电伪迹后的睡眠信号总能量、睡眠信号近似熵。
3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,剔除眼电伪迹后的睡眠信号总能量的获取过程包括:
利用sym3小波内核进行小波分析和重构,去除睡眠信号中的眼电伪迹,去除眼电伪迹之后,利用快速傅里叶变换方法或者自适应AR分析方法计算剔除眼电伪迹后的睡眠信号总能量。
4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述决策树为三层决策树。
5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述对睡眠分期中间结果进行修正,包括:
采用特异事件对睡眠分期中间结果进行修正。
6. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,所述采用特异事件对睡眠分期中间结果进行修正之前,还包括:
采用平均值滤波对睡眠分期中间结果进行平滑后处理。
7. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,所述特异事件包括:睡眠梭型波、微觉醒事件、K-complex波、快速动眼事件。

一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法

技术领域

[0001] 本发明涉及睡眠分期判读技术领域,特别是涉及一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法。

背景技术

[0002] 目前,在论文“Virkkala J,Velin R,Himanen S L,et alAutomatic sleep stage classification using two facial electrodes[J].Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc,2008,2008:1643-1646”中的睡眠分期判读方法采用FP1和FP2导联脑电EEG信号,未采用眼电EOG信号和下颌肌肉电EMG信号。该算法采用对于FP1和FP2导联信号的差分信号,进行FFT变换,获得各频段的总能量,求得delta频段总能量、theta频段总能量、alpha频段总能量、sigma频段总能量、beta频段总能量、肌肉电频段总能量。通过三层决策树进行睡眠信号的分期判读得到分期结果。

[0003] 现有的睡眠分期判读方法,睡眠脑电眼电混合信号片段epoch的记录受限于硬件设备采集噪声,影响睡眠信号判别结果,且部分epoch的特征参量并不明显,独立的使用特征参量以及决策树对这类epoch进行判读会引起很大的误读,且特征参量维度不够丰富,只局限于脑电信号之中,如此导致睡眠分期识别率较低,睡眠信号的利用效率较低。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法,以实现提高睡眠分期识别率。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法,该方法包括:

[0006] 对多个睡眠脑电眼电混合信号片段epoch进行分期标记;

[0007] 对epoch进行滤波去除干扰,利用滤波后的epoch进行特征参量提取,获取特征参量;

[0008] 对特征参量进行统计处理,构建决策树;

[0009] 获取未经标记的整夜睡眠信号,使用决策树进行睡眠分期判读,得到睡眠分期中间结果;

[0010] 对睡眠分期中间结果进行修正,得到睡眠分期结果。

[0011] 优选的,所述特征参量包括:delta频段总能量、theta频段总能量、alpha频段总能量、sigma频段总能量、beta频段总能量、肌肉电频段总能量、眼电信号总能量、剔除眼电伪迹后的睡眠信号总能量、睡眠信号近似熵。

[0012] 优选的,剔除眼电伪迹后的睡眠信号总能量的获取过程包括:

[0013] 利用sym3小波内核进行小波分析和重构,去除睡眠信号中的眼电伪迹,去除眼电伪迹之后,利用快速傅里叶变换方法或者自适应AR分析方法计算剔除眼电伪迹后的睡眠信号总能量。

- [0014] 优选的,所述决策树为三层决策树。
- [0015] 优选的,所述对睡眠分期中间结果进行修正,包括:
- [0016] 采用特异事件对睡眠分期中间结果进行修正。
- [0017] 优选的,所述采用特异事件对睡眠分期中间结果进行修正之前,还包括:
- [0018] 采用平均值滤波对睡眠分期中间结果进行平滑后处理。
- [0019] 优选的,所述特异事件包括:睡眠梭型波、微觉醒事件、K-complex波、快速动眼事件。
- [0020] 本发明所提供的一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法,对多个睡眠脑电眼电混合信号片段epoch进行分期标记;对epoch进行滤波去除干扰,利用滤波后的epoch进行特征参量提取,获取特征参量;对特征参量进行统计处理,构建决策树;获取未经标记的整夜睡眠信号,使用决策树进行睡眠分期判读,得到睡眠分期中间结果;对睡眠分期中间结果进行修正,得到睡眠分期结果。可见,对epoch进行滤波去除干扰,并使用睡眠事件和统计学方法进行了分期结果的后处理,即对睡眠分期中间结果进行修正,得到睡眠分期结果,具体对于睡眠信号在判读前进行初步滤波处理和判读后进行睡眠事件修正和后处理,以获得更高的睡眠分期识别率,并提高睡眠信号的利用效率。

附图说明

- [0021] 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,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。
- [0022] 图1为本发明所提供的一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法的流程图;
- [0023] 图2为本发明决策树构建和算法使用过程示意图;
- [0024] 图3为决策树细节示意图;
- [0025] 图4为睡眠事件和睡眠后处理流程示意图。

具体实施方式

- [0026] 本发明的核心是提供一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法,以实现提高睡眠分期识别率。
- [0027] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,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。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,都属于本发明保护的范围。
- [0028] 术语解释如下:
- [0029] 睡眠脑电眼电混合信号:采样率为100Hz到250Hz的FP1FP2导联脑电和眼电信号以及肌肉电信号,在文中简称睡眠信号。
- [0030] 睡眠脑电眼电混合信号片段:称为epoch,代表30秒钟的睡眠脑电眼电混合信号,该片段是睡眠分期的时间单位。也即是称:“某epoch属于睡眠某分期”,在文中简称epoch;

[0031] 睡眠分期:根据AASM睡眠规则,睡眠epoch可以属于五种分期,觉醒期简称Weak或简称W,快速动眼期简称REM或简称R,非快速动眼期一期或简称N1,非快速动眼期二期或简称N2,非快速动眼期三期或简称N3;

[0032] 快速傅里叶变换:简称FFT;

[0033] 自适应AR谱分析:简称AR谱分析。

[0034] 请参考图1,图1为本发明所提供的一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法的流程图,该方法包括:

[0035] S11:对多个睡眠脑电眼电混合信号片段epoch进行分期标记;

[0036] S12:对epoch进行滤波去除干扰,利用滤波后的epoch进行特征参量提取,获取特征参量;

[0037] S13:对特征参量进行统计处理,构建决策树;

[0038] S14:获取未经标记的整夜睡眠信号,使用决策树进行睡眠分期判读,得到睡眠分期中间结果;

[0039] S15:对睡眠分期中间结果进行修正,得到睡眠分期结果。

[0040] 可见,对epoch进行滤波去除干扰,并使用睡眠事件和统计学方法进行了分期结果的后处理,即对睡眠分期中间结果进行修正,得到睡眠分期结果,具体对于睡眠信号在判读前进行初步滤波处理和判读后进行睡眠事件修正和后处理,以获得更高的睡眠分期识别率,并提高睡眠信号的利用效率。

[0041] 基于上述方法,详细的,所述特征参量包括:delta频段总能量、theta频段总能量、alpha频段总能量、sigma频段总能量、beta频段总能量、肌肉电频段总能量、眼电信号总能量、剔除眼电伪迹后的睡眠信号总能量、睡眠信号近似熵。这样对于epoch特征参量进行了增补,补充了:肌肉电频段总能量、眼电信号总能量、剔除眼电伪迹后的睡眠信号总能量及睡眠信号近似熵,如此增加了对于睡眠信号进行特征提取的特征参数种类,使用更多种类可以获得更加稳定的睡眠信号判别结果。

[0042] 其中,剔除眼电伪迹后的睡眠信号总能量的获取过程包括:利用sym3小波内核进行小波分析和重构,去除睡眠信号中的眼电伪迹,去除眼电伪迹之后,利用快速傅里叶变换方法或者自适应AR分析方法计算剔除眼电伪迹后的睡眠信号总能量。

[0043] 其中,睡眠信号近似熵的获取过程:对于某epoch信号,首先计算该信号的FFT变换功率谱,第二步将功率谱之中低于功率谱均值的部分去掉并且对信号进行IFFT傅里叶反变换,第三步计算第二步获得的信号和原信号进行差值之后求和,第四步,将信号总和值和第三步计算和值进行比值获得近似熵值,以表征信号的复杂度,以此作为判断epoch属于何分期的一个特征参量。

[0044] 其中,所述决策树为三层决策树。构建决策树中,使用三层决策树对睡眠信号进行分期判别,决策树的各节点门限参数是使用已标记epoch数据进行优化计算而得。

[0045] 其中,所述对睡眠分期中间结果进行修正的过程具体为:采用特异事件对睡眠分期中间结果进行修正。

[0046] 其中,所述采用特异事件对睡眠分期中间结果进行修正之前,还包括:采用平均值滤波对睡眠分期中间结果进行平滑后处理。

[0047] 具体的,所述特异事件包括:睡眠梭型波、微觉醒事件、K-complex波、快速动眼事

件。通过对某epoch之中这四类特殊事件的发生频次记录,修正该epoch的分期判读结果。

[0048] 其中,对于睡眠梭型波,睡眠梭型波通过使用长度为2秒的时间窗口对某epoch信号进行步进为1秒的扫描,并观测每个步进下时间窗口内信号的梭型波频段总能量值,并设置门限来判读,若大于该门限则记录一次梭型波发生。

[0049] 对于微觉醒事件,微觉醒事件通过对总能量高于某门限的epoch识别为发生微觉醒。

[0050] 对于K-complex波,K-complex波使用匹配滤波算法,先将一个典型的K-complex波信号存储,并用此信号的翻转对某epoch信号进行卷积,卷积结果若大于某门限则记录一次K-complex波。

[0051] 对于快速动眼事件,快速动眼事件通过对眼电EOG信号的总能量和大于0.75Hz的频带能量进行门限判读,识别快速动眼事件。

[0052] 其中,睡眠后处理指将睡眠分期W、N1、N2、N3、R分别量化为1、2、3、4、5,接着对整夜epoch的睡眠分期结果进行长度为5的平均值滤波,以达到平滑睡眠分期毛刺的效果。

[0053] 另外,除了本发明技术方案,也可以使用后反馈神经网络对睡眠信号特征参数进行神经网络学习,并获得稳定可用的神经网络,再使用神经网络代替决策树对睡眠信号进行睡眠分期,也能完成本发明的目的。也可以采用睡眠信号的特征参数的部分参数构建决策树,对睡眠信号进行睡眠分期。

[0054] 本方法利用有监督修正决策树,对使用FP1、FP2导联采集的脑电波EEG信号、眼电EOG和肌肉电EMG信号进行睡眠分期判读。本方法对信号求得特征参数之前的初步滤波处理,对睡眠信号的特征参数提取维度有所增加,补充了肌肉电频段总能量、眼电信号总能量、睡眠信号使用小波重建剔除眼电伪迹后总能量、睡眠信号近似熵,对于经过决策树的判读结果,使用睡眠事件和统计学方法进行了分期结果的后处理。参考图2、图3和图4,图2为本发明决策树构建和算法使用过程示意图,图3为决策树细节示意图,图4为睡眠事件和睡眠后处理流程示意图,其中,图3中决策树六个节点J1到J6的判决参数是经过图2之中决策树构建优化而来,并未决定具体数值,后续仍旧需要调整。

[0055] 基于本方法,具体实施过程如下:

[0056] 1.对大量epoch进行人工分期标记;

[0057] 2.首先经过50Hz工频四阶巴特沃斯陷波滤波,去掉50Hz干扰,然后使用已标记的epoch进行特征参量提取,主要特征参量包括:delta频段总能量、theta频段总能量、alpha频段总能量、sigma频段总能量、beta频段总能量、肌肉电频段总能量,眼电信号总能量,睡眠信号使用小波重建剔除眼电伪迹后总能量,睡眠信号近似熵;

[0058] 其中,对于特征参量提取,使用了FFT快速傅里叶变换和AR谱分析之后获得某epoch的能量谱,对于特征频段求得各频段总能量值;

[0059] 3.对提取到的特征参量进行统计学处理,人工构建决策树,以便对于未经标记的epoch的特征参量进行判断;

[0060] 4.获得未经标记的整夜睡眠信号之后,利用构建的决策树进行睡眠分期判读,将该整夜睡眠信号的所有epoch判读为五个分期的某一个,得到中间结论;

[0061] 5.对获得的中间结论进行后处理,经过平均值滤波和特异事件修正,更正某些epoch的分期结论,得到最终的分期结论。

[0062] 本方法对于epoch特征参量进行增补,补充了肌肉电频段总能量,眼电信号总能量,睡眠信号使用小波重建剔除眼电伪迹后总能量,睡眠信号近似熵。并且对于睡眠信号分期的中间结论进行睡眠事件修正和后处理,采用了睡眠梭型波、微觉醒事件、K-complex波、快速动眼事件对睡眠信号进行分期修正,采用经过优化的平均值滤波对分期结果进行平滑后处理。

[0063] 本发明增加了对于睡眠信号进行特征提取的特征参数种类,使用更多种类可以获得更加稳定的睡眠信号判别结果,并且对于睡眠信号在判读前进行初步滤波处理和判读后进行睡眠事件修正和后处理,以获得更高的睡眠分期识别率,并提高睡眠信号的利用效率。

[0064] 以上对本发明所提供的一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。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的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

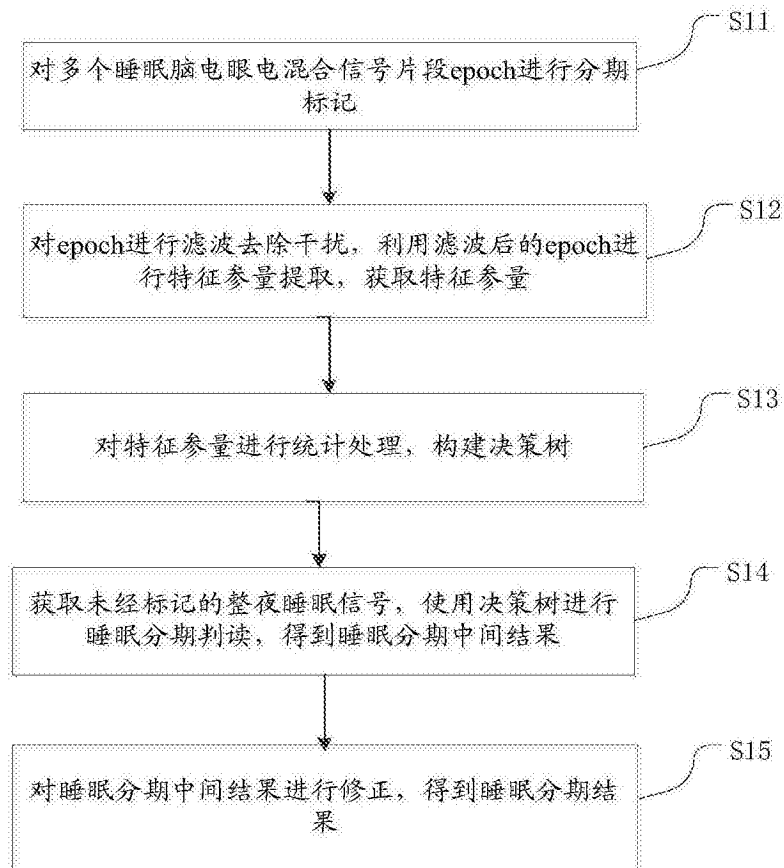


图1

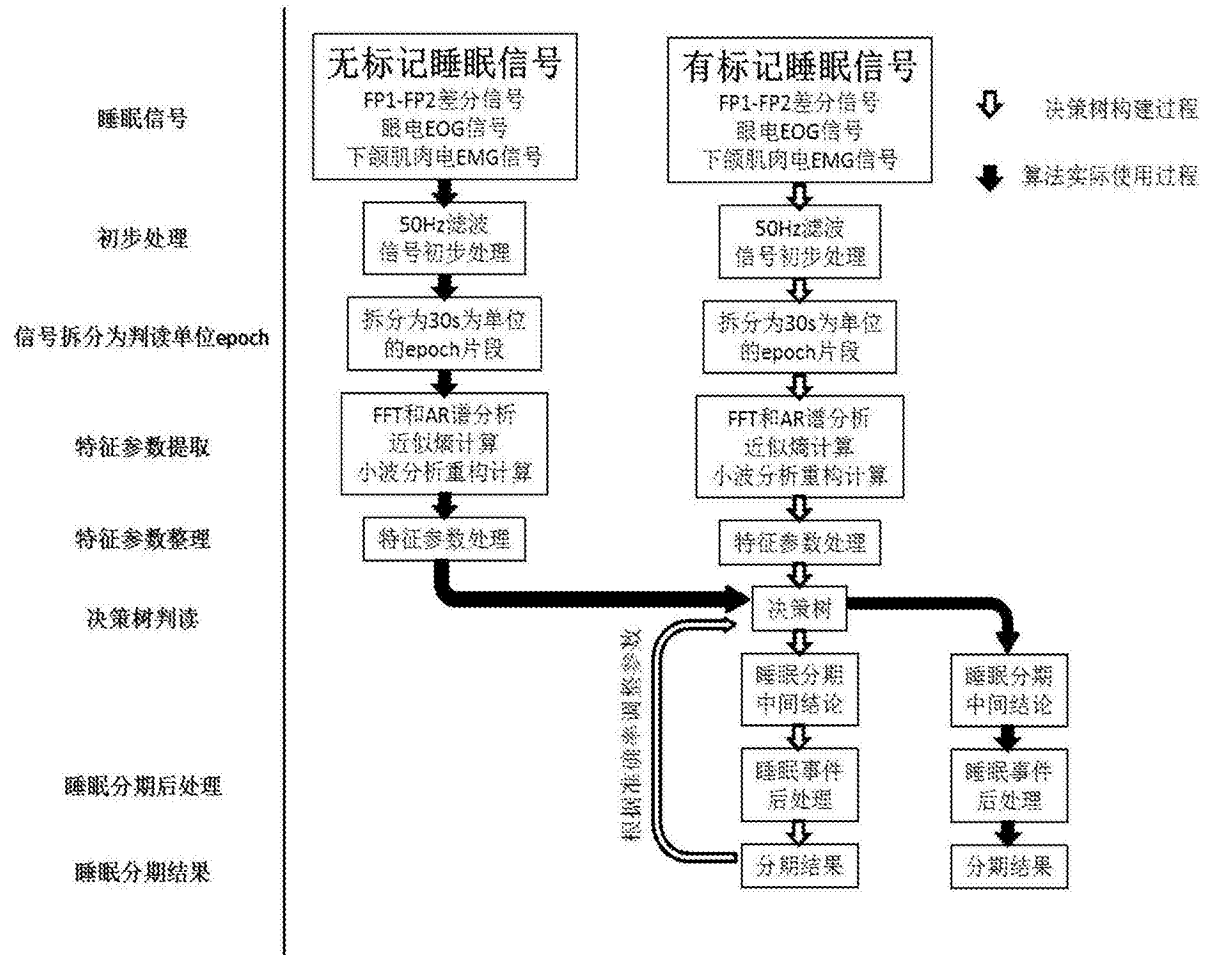


图2

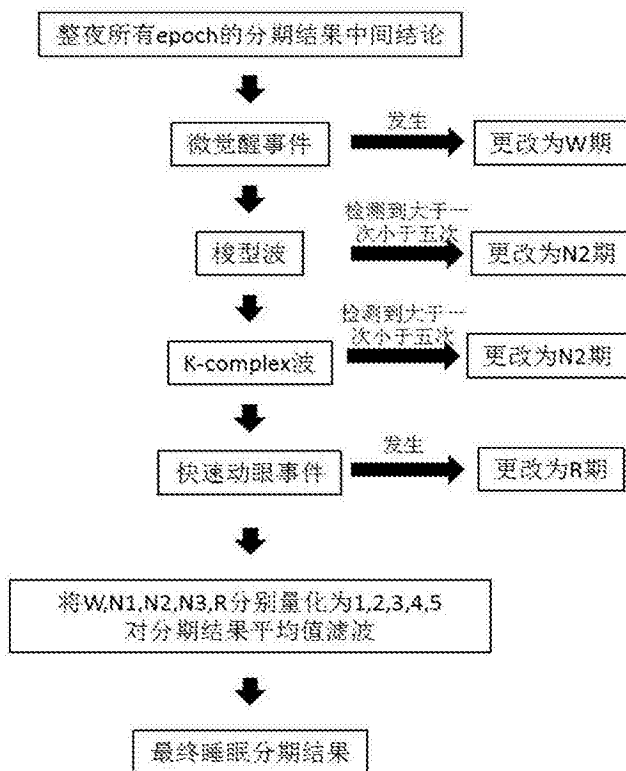


图3

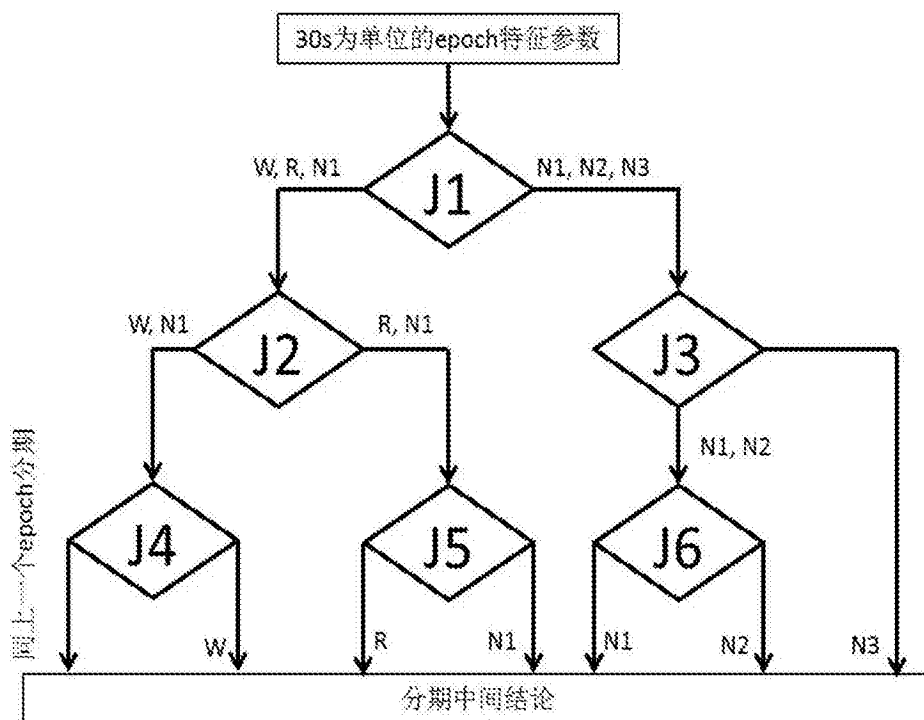


图4

专利名称(译)	一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法		
公开(公告)号	CN107361745A	公开(公告)日	2017-11-21
申请号	CN2017110671649.X	申请日	2017-08-08
[标]申请(专利权)人(译)	浙江纽若思医疗科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	浙江纽若思医疗科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	浙江纽若思医疗科技有限公司		
[标]发明人	张铁军		
发明人	张铁军		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0476 A61B5/0496		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/0476 A61B5/0496 A61B5/4812 A61B5/7203 A61B5/7235 A61B5/7253 A61B5/7257		
代理人(译)	罗满		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种有监督式睡眠脑电眼电混合信号分期判读方法，该方法包括：对多个睡眠脑电眼电混合信号片段epoch进行分期标记；对epoch进行滤波去除干扰，利用滤波后的epoch进行特征参量提取，获取特征参量；对特征参量进行统计处理，构建决策树；获取未经标记的整夜睡眠信号，使用决策树进行睡眠分期判读，得到睡眠分期中间结果；对睡眠分期中间结果进行修正，得到睡眠分期结果。该方法实现提高睡眠分期识别率。

