



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108652586 A

(43)申请公布日 2018.10.16

(21)申请号 201810210201.2

(22)申请日 2018.03.14

(71)申请人 重庆金山医疗器械有限公司

地址 401120 重庆市渝北区回兴街道霓裳大道18号金山国际工业城1幢办公楼

(72)发明人 白家莲 胡人友 覃浪

(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)

权利要求书2页 说明书11页 附图3页

### (54)发明名称

一种胃食管反流自动检测系统

### (57)摘要

本发明公开了一种胃食管反流自动检测系统,以预先建立阻抗反流波形数据集;并通过预设的深度网络对阻抗反流波形数据集中的数据进行训练,建立用于进行阻抗反流波形识别的深度网络模型;获取当前目标的阻抗数据;将当前目标的阻抗数据输入到深度网络模型中,进行阻抗反流波形识别和标记;获取当前目标的阻抗数据中被标记的阻抗信号片段,并通过时域法对该阻抗信号片段的反流波形的起始和结束位置进行定位。采用了基于大数据的深度网络学习的方法进行阻抗反流识别,无需复杂的波形特征提取,即实现了对胃食管阻抗反流做出更有效的检测,无需医生再进行大量的手工提取特征等工作,极大地减轻医务人员的负担,提高了检测效率。



1. 一种胃食管反流自动检测系统,其特征在于,包括:
  - 数据集建立模块,用于预先建立阻抗反流波形数据集;
  - 建模模块,用于通过预设的深度网络对所述阻抗反流波形数据集中的数据进行训练,建立用于进行阻抗反流波形识别的深度网络模型;
  - 获取模块,用于获取当前目标的阻抗数据;
  - 识别模块,用于将所述当前目标的阻抗数据输入到所述深度网络模型中,进行阻抗反流波形识别和标记;
  - 定位模块,用于获取所述当前目标的阻抗数据中被标记的阻抗信号片段,并通过时域法对该阻抗信号片段的反流波形的起始和结束位置进行定位。
2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述数据集建立模块包括:
  - 第一获取单元,用于预先获取若干阻抗反流波形数据;
  - 分类单元,用于将各所述阻抗反流波形数据进行分类,并通过不同的标签分别对不同类别的波形进行标记,其中,分类的类别包括阻抗液体反流波形、阻抗混合反流波形以及非反流波形;
  - 选取单元,用于通过上采样或下采样的方式选取固定数据长度的阻抗反流波形数据作为阻抗反流波形数据集。
3. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,所述分类单元包括:
  - 标记子单元,用于通过不同的标签分别对各所述阻抗反流波形数据中的阻抗液体反流波形和阻抗混合反流波形进行标记;
  - 缩放子单元,用于对经过标记的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形进行第一预设时间尺度的缩放,获取反流样本;
  - 第一截取子单元,用于将各所述阻抗反流波形数据除去标记后的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形,获取剩余波形,通过随机选取不同时间尺度的方式对所述剩余波形进行截取,获取非反流波形样本,并通过预设的标签对所述非反流波形样本进行标记。
4. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于,还包括:
  - 第二截取子单元,用于对每一个不同时间尺度下的所述反流样本中的反流波形,截取该反流波形的前半部分中包含有各个通道阻抗反流下降部分的数据作为附加反流样本,将所述附加反流样本和所述反流样本进行合并,作为最终反流样本。
5. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于,所述选取单元包括:
  - 第一提取子单元,用于采用上采样或下采样的方式对所述最终反流样本和所述非反流波形样本进行数据提取,得到固定数据长度的提取样本数据,作为阻抗反流波形数据集;
  - 测试集和训练集生成子单元,用于依次从所述阻抗反流波形数据集中选取预设数据量的提取样本数据作为测试集,剩余的提取样本数据作为训练集,得到多组对应的测试集和训练集。
6. 根据权利要求5所述的系统,其特征在于,所述建模模块包括:
  - 网络选择单元,用于选定预设的深度网络为基于受限玻尔兹曼机的深度神经网络;
  - 建模单元,用于通过所述深度神经网络对所述训练集和测试集进行阻抗反流识别的训练、测试和微调,建立深度网络模型;
  - 判断单元,用于判断所述深度网络模型对阻抗反流的识别灵敏度和特异性是否达到预

设阈值；

保存单元,用于在判定所述深度网络模型对阻抗反流的识别灵敏度和特异性达到预设阈值时,保存该深度网络模型。

7. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述识别模块包括:

分割单元,用于将所述当前目标的阻抗数据进行时间片段分割;

采样单元,用于将分割后得到的时间信号片段通过相应的采样方式获取与所述固定数据长度相同长度的当前目标采样数据;

输入单元,用于将所述当前目标采样数据输入到所述深度网络模型中进行阻抗反流波形识别;

标记单元,用于根据阻抗反流波形识别的结果进行相应的标记。

8. 根据权利要求7所述的系统,其特征在于,所述分割单元包括:

存储子单元,用于存储固定时间窗划分法和/或动态时间窗划分法对应的分割信息;

分割执行子单元,用于通过固定时间窗划分法和/或动态时间窗划分法对所述当前目标的阻抗数据进行时间片段分割。

9. 根据权利要求3至8任一项所述的系统,其特征在于,所述缩放子单元包括:

获取分单元,用于获取当前用于获取若干阻抗反流波形数据的阻抗pH联合监测系统在临床中的最长检测时间 $T$ ;

时间尺度定义分单元,用于按照 $T/2^n$ 划分若干时间尺度,并定义为所述第一预设时间尺度,其中,最小的时间尺度不小于临床中阻抗反流最短的持续时间, $n$ 为不小于0的整数;

缩放分单元根据所述第一预设时间尺度对经过标记的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形进行对应时间尺度的缩放,获取反流样本。

## 一种胃食管反流自动检测系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械技术领域,特别是涉及一种胃食管反流自动检测系统。

### 背景技术

[0002] 随着人们生活水平的提高,胃食管反流病(Gastroesophageal Reflux Disease,简称GERD)的发病率也呈现明显的上升趋势,其成为近年来消化疾病研究领域的一个热点。GERD是指胃内容物反流至食管,引起相应的食管症状和(或)并发症的一种疾病。临床上通常采用阻抗pH联合监测系统来监测胃食管反流,以对反流至胃食管的胃内容物和/或气体情况进行全面有效的监测。

[0003] 但是,用于监测胃食管反流情况的阻抗pH联合监测系统检测时间通常都在24小时以上,有的甚至超过48小时,对于几十个小时的胃食管阻抗、pH数据的自动分析能够极大减轻医生阅读数据负担,提高检测效率。

[0004] 因此,如何对胃食管阻抗反流做出更有效的检测,同时减轻医务人员的负担,以提高检测效率,是本领域技术人员目前需要解决的技术问题。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种胃食管反流自动检测方法和系统,对胃食管阻抗反流做出更有效的检测,同时减轻医务人员的负担,以提高检测效率。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提供了如下技术方案:

[0007] 一种胃食管反流自动检测方法,包括:

[0008] 预先建立阻抗反流波形数据集;

[0009] 通过预设的深度网络对所述阻抗反流波形数据集中的数据进行训练,建立用于进行阻抗反流波形识别的深度网络模型;

[0010] 获取当前目标的阻抗数据;

[0011] 将所述当前目标的阻抗数据输入到所述深度网络模型中,进行阻抗反流波形识别和标记;

[0012] 获取所述当前目标的阻抗数据中被标记的阻抗信号片段,并通过时域法对该阻抗信号片段的反流波形的起始和结束位置进行定位。

[0013] 优选地,所述预先建立阻抗反流波形数据集,包括:

[0014] 预先获取若干阻抗反流波形数据;

[0015] 将各所述阻抗反流波形数据进行分类,并通过不同的标签分别对不同类别的波形进行标记,其中,分类的类别包括阻抗液体反流波形、阻抗混合反流波形以及非反流波形;

[0016] 通过上采样或下采样的方式选取固定数据长度的阻抗反流波形数据作为阻抗反流波形数据集。

[0017] 优选地,所述将各所述阻抗反流波形数据进行分类,并通过不同的标签分别对不同类别的波形进行标记,其中,分类的类别包括阻抗液体反流波形、阻抗混合反流波形以及

非反流波形,包括:

[0018] 通过不同的标签分别对各所述阻抗反流波形数据中的阻抗液体反流波形和阻抗混合反流波形进行标记;

[0019] 对经过标记的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形进行第一预设时间尺度的缩放,获取反流样本;

[0020] 将各所述阻抗反流波形数据除去标记后的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形,获取剩余波形,通过随机选取不同时间尺度的方式对所述剩余波形进行截取,获取非反流波形样本,并通过预设的标签对所述非反流波形样本进行标记。

[0021] 优选地,还包括:

[0022] 对每一个不同时间尺度下的所述反流样本中的反流波形,截取该反流波形的前半部分中包含有各个通道阻抗反流下降部分的数据作为附加反流样本,将所述附加反流样本和所述反流样本进行合并,作为最终反流样本。

[0023] 优选地,所述通过上采样或下采样的方式选取固定数据长度的阻抗反流波形数据作为阻抗反流波形数据集,包括:

[0024] 采用上采样或下采样的方式对所述最终反流样本和所述非反流波形样本进行数据提取,得到固定数据长度的提取样本数据,作为阻抗反流波形数据集;

[0025] 依次从所述阻抗反流波形数据集中选取预设数据量的提取样本数据作为测试集,剩余的提取样本数据作为训练集,得到多组对应的测试集和训练集。

[0026] 优选地,所述通过预设的深度网络对所述阻抗反流波形数据集中的数据进行训练,建立用于进行阻抗反流波形识别的深度网络模型,包括:

[0027] 选定预设的深度网络为基于受限玻尔兹曼机的深度神经网络;

[0028] 通过所述深度神经网络对所述训练集和测试集进行阻抗反流识别的训练、测试和微调,建立深度网络模型;

[0029] 判断所述深度网络模型对阻抗反流的识别灵敏度和特异性是否达到预设阈值;

[0030] 若是,则保存该深度网络模型。

[0031] 优选地,所述将所述当前目标的阻抗数据输入到所述深度网络模型中,进行阻抗反流波形识别和标记,包括:

[0032] 将所述当前目标的阻抗数据进行时间片段分割;

[0033] 将分割后得到的时间信号片段通过相应的采样方式获取与所述固定数据长度相同长度的当前目标采样数据;

[0034] 将所述当前目标采样数据输入到所述深度网络模型中进行阻抗反流波形识别;

[0035] 根据阻抗反流波形识别的结果进行相应的标记。

[0036] 优选地,所述将所述当前目标的阻抗数据进行时间片段分割,包括:

[0037] 通过固定时间窗划分法和/或动态时间窗划分法对所述当前目标的阻抗数据进行时间片段分割。

[0038] 优选地,所述对经过标记的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形进行第一预设时间尺度的缩放,获取反流样本,包括:

[0039] 获取当前用于获取若干阻抗反流波形数据的阻抗pH联合监测系统在临床中的最长检测时间T;

- [0040] 按照 $T/2^n$ 划分若干时间尺度,并定义为所述第一预设时间尺度,其中,最小的时间尺度不小于临床中阻抗反流最短的持续时间, $n$ 为不小于0的整数;
- [0041] 根据所述第一预设时间尺度对经过标记的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形进行对应时间尺度的缩放,获取反流样本。
- [0042] 一种胃食管反流自动检测系统,包括:
- [0043] 数据集建立模块,用于预先建立阻抗反流波形数据集;
- [0044] 建模模块,用于通过预设的深度网络对所述阻抗反流波形数据集中的数据进行训练,建立用于进行阻抗反流波形识别的深度网络模型;
- [0045] 获取模块,用于获取当前目标的阻抗数据;
- [0046] 识别模块,用于将所述当前目标的阻抗数据输入到所述深度网络模型中,进行阻抗反流波形识别和标记;
- [0047] 定位模块,用于获取所述当前目标的阻抗数据中被标记的阻抗信号片段,并通过时域法对该阻抗信号片段的反流波形的起始和结束位置进行定位。
- [0048] 优选地,所述数据集建立模块包括:
- [0049] 第一获取单元,用于预先获取若干阻抗反流波形数据;
- [0050] 分类单元,用于将各所述阻抗反流波形数据进行分类,并通过不同的标签分别对不同类别的波形进行标记,其中,分类的类别包括阻抗液体反流波形、阻抗混合反流波形以及非反流波形;
- [0051] 选取单元,用于通过上采样或下采样的方式选取固定数据长度的阻抗反流波形数据作为阻抗反流波形数据集。
- [0052] 优选地,所述分类单元包括:
- [0053] 标记子单元,用于通过不同的标签分别对各所述阻抗反流波形数据中的阻抗液体反流波形和阻抗混合反流波形进行标记;
- [0054] 缩放子单元,用于对经过标记的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形进行第一预设时间尺度的缩放,获取反流样本;
- [0055] 第一截取子单元,用于将各所述阻抗反流波形数据除去标记后的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形,获取剩余波形,通过随机选取不同时间尺度的方式对所述剩余波形进行截取,获取非反流波形样本,并通过预设的标签对所述非反流波形样本进行标记。
- [0056] 优选地,还包括:
- [0057] 第二截取子单元,用于对每一个不同时间尺度下的所述反流样本中的反流波形,截取该反流波形的前半部分中包含有各个通道阻抗反流下降部分的数据作为附加反流样本,将所述附加反流样本和所述反流样本进行合并,作为最终反流样本。
- [0058] 优选地,所述选取单元包括:
- [0059] 第一提取子单元,用于采用上采样或下采样的方式对所述最终反流样本和所述非反流波形样本进行数据提取,得到固定数据长度的提取样本数据,作为阻抗反流波形数据集;
- [0060] 测试集和训练集生成子单元,用于依次从所述阻抗反流波形数据集中选取预设数据量的提取样本数据作为测试集,剩余的提取样本数据作为训练集,得到多组对应的测试集和训练集。

- [0061] 优选地,所述建模模块包括:
- [0062] 网络选择单元,用于选定预设的深度网络为基于受限玻尔兹曼机的深度神经网络;
- [0063] 建模单元,用于通过所述深度神经网络对所述训练集和测试集进行阻抗反流识别的训练、测试和微调,建立深度网络模型;
- [0064] 判断单元,用于判断所述深度网络模型对阻抗反流的识别灵敏度和特异性是否达到预设阈值;
- [0065] 保存单元,用于在判定所述深度网络模型对阻抗反流的识别灵敏度和特异性达到预设阈值时,保存该深度网络模型。
- [0066] 优选地,所述识别模块包括:
- [0067] 分割单元,用于将所述当前目标的阻抗数据进行时间片段分割;
- [0068] 采样单元,用于将分割后得到的时间信号片段通过相应的采样方式获取与所述固定数据长度相同长度的当前目标采样数据;
- [0069] 输入单元,用于将所述当前目标采样数据输入到所述深度网络模型中进行阻抗反流波形识别;
- [0070] 标记单元,用于根据阻抗反流波形识别的结果进行相应的标记。
- [0071] 优选地,所述分割单元包括:
- [0072] 存储子单元,用于存储固定时间窗划分法和/或动态时间窗划分法对应的分割信息;
- [0073] 分割执行子单元,用于通过固定时间窗划分法和/或动态时间窗划分法对所述当前目标的阻抗数据进行时间片段分割。
- [0074] 优选地,所述缩放子单元包括:
- [0075] 获取分单元,用于获取当前用于获取若干阻抗反流波形数据的阻抗pH联合监测系统在临床中的最长检测时间 $T$ ;
- [0076] 时间尺度定义分单元,用于按照 $T/2^n$ 划分若干时间尺度,并定义为所述第一预设时间尺度,其中,最小的时间尺度不小于临床中阻抗反流最短的持续时间, $n$ 为不小于0的整数;
- [0077] 缩放分单元根据所述第一预设时间尺度对经过标记的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形进行对应时间尺度的缩放,获取反流样本。
- [0078] 与现有技术相比,上述技术方案具有以下优点:
- [0079] 本发明实施例所提供的一种胃食管反流自动检测系统,包括:数据集建立模块,用于预先建立阻抗反流波形数据集;建模模块,用于通过预设的深度网络对阻抗反流波形数据集中的数据进行训练,建立用于进行阻抗反流波形识别的深度网络模型;获取模块,用于获取当前目标的阻抗数据;识别模块,用于将当前目标的阻抗数据输入到深度网络模型中,进行阻抗反流波形识别和标记;定位模块,用于获取当前目标的阻抗数据中被标记的阻抗信号片段,并通过时域法对该阻抗信号片段的反流波形的起始和结束位置进行定位。阻抗反流波形数据集基于大量临床病人的阻抗反流数据获得,并经过对这些数据进行训练,从而建立深度网络模型,以对当前目标的阻抗数据进行识别,判断该当前目标的阻抗数据是否和深度网络模型中的相应数据匹配,并进行相应的标记,通过时域法对该阻抗信号片段

的反流波形的起始和结束位置进行定位。采用了基于大数据的深度网络学习的方法来进行阻抗反流识别,更多地利用临床病人的相关数据,无需复杂的波形特征提取,即实现了对胃食管阻抗反流做出更有效的检测,只需建立深度网络模型,在后续对病人进行检测时,无需医生再进行大量的手工提取特征等工作,只需通过上述模型进行识别即可,极大地减轻医务人员的负担,提高了检测效率。

### 附图说明

[0080] 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,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,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,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0081] 图1为本发明一种具体实施方式所提供的胃食管反流自动检测方法流程图;

[0082] 图2为本发明一种实施方式所提供的一种胃食道阻抗反流数据的信号采集系统应用示意图;

[0083] 图3为本实施方式所提供的一种典型的阻抗反流波形示意图;

[0084] 图4为本实施方式所提供的图3所示的阻抗反流波形缩小为更小时间尺度的反流波形示意图;

[0085] 图5为本实施方式所提供的图3所示的阻抗反流波形放大为更大时间尺度的反流波形示意图;

[0086] 图6为本发明一种具体实施方式所提供的阻抗反流波形截取示意图;

[0087] 图7为本发明一种具体实施方式所提供的采用固定时间窗划分法截取被检测阻抗信号片段的示意图;

[0088] 图8为本发明一种具体实施方式所提供的采用动态时间窗划分法截取被检测阻抗信号片段的示意图;

[0089] 图9为本发明一种具体实施方式所提供的胃食管反流自动检测系统结构示意图。

### 具体实施方式

[0090] 本发明的核心是提供胃食管反流自动检测方法和系统,对胃食管阻抗反流做出更有效的检测,同时减轻医务人员的负担,以提高检测效率。

[0091] 为了使本发明的上述目的、特征和优点能够更为明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0092] 在以下描述中阐述了具体细节以便于充分理解本发明。但是本发明能够以多种不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广。因此本发明不受下面公开的具体实施方式的限制。

[0093] 请参考图1至图8,图1为本发明一种具体实施方式所提供的胃食管反流自动检测方法流程图;图2为本发明一种实施方式所提供的一种胃食道阻抗反流数据的信号采集系统应用示意图;图3为本实施方式所提供的一种典型的阻抗反流波形示意图,其中,Z1、Z2、Z3、Z4、Z5、Z6为6个不同的阻抗通道;图4为本实施方式所提供的图3所示的阻抗反流波形缩小为更小时间尺度的反流波形示意图;图5为本实施方式所提供的图3所示的阻抗反流波形

放大为更大时间尺度的反流波形示意图;图6为本发明一种具体实施方式所提供的阻抗反流波形截取示意图;图7为本发明一种具体实施方式所提供的采用固定时间窗划分法截取被检测阻抗信号片段的示意图;图8为本发明一种具体实施方式所提供的采用动态时间窗划分法截取被检测阻抗信号片段的示意图。

[0094] 本发明的一种具体实施方式提供了一种胃食管反流自动检测方法,包括:

[0095] S11:预先建立阻抗反流波形数据集。

[0096] 在本发明的一种实施方式中,预先建立阻抗反流波形数据集,包括:预先获取若干阻抗反流波形数据;将各阻抗反流波形数据进行分类,并通过不同的标签分别对不同类别的波形进行标记,其中,分类的类别包括阻抗液体反流波形、阻抗混合反流波形以及非反流波形;通过上采样或下采样的方式选取固定数据长度的阻抗反流波形数据作为阻抗反流波形数据集。

[0097] 在本实施方式中,如图2所示,提供了一种胃食道阻抗反流数据的信号采集系统,即食道阻抗pH联合监测系统,其包含电极导管21、数据记录仪22以及数据分析仪23。电极导管由传感器、接线盒、导管和导管接头组成。传感器包含阻抗传感器和pH传感器以及pH参考电极,均封装集成在导管上,其中,pH参考电极利用校准液对pH值进行校准。接线盒中含有电路板和数据存储器,其中,数据存储器可以对电极导管信息进行存储,导管信息包含导管使用次数,导管序列号,电路板可以用于对各传感器进行供电,并将来自pH传感器和阻抗传感器的数据传输至数据记录仪。数据记录仪包含显示器、微处理器、数据接口、按键单元和数据存储单元。数据存储单元存储来自电极导管各传感器的数据。显示器、数据接口、按键单元和数据存储单元与微处理器相连。其中,按键单元用于记录监测过程中的患者症状和状态。数据分析仪用于对来自数据记录仪存储单元的数据进行自动计算分析。

[0098] 上述食道阻抗pH联合监测系统采集到的病人胃食道阻抗信号,常见的为由6个阻抗通道、1个ph或者多个ph通道组成。在本实施方式中,优选采用如上述的胃食道阻抗反流数据的信号采集系统来获取临床病人的阻抗反流波形数据。

[0099] 需要说明的是,本实施方式只是优选采用上述食道阻抗pH联合监测系统来获取预设目标的胃食道阻抗信号,也可以采用其他的食道阻抗pH联合监测系统或者其他方式获取预设目标的胃食道阻抗信号,本实施方式对此并不做限定。

[0100] 在本实施方式中,通过如上述方式预先获取大量临床病人的阻抗反流波形数据,这些数据包含阻抗液体反流波形、阻抗混合反流波形以及非反流波形。其中,阻抗液体反流波形和阻抗混合反流波形均为反流波形,通过人工采用不同的标签进行标记,为了提高标记的准确率,以便提高后续的检测效率,优选由相关领域的临床专家团队手工对反流波形进行标记。将获取的阻抗反流波形数据除去标记后的反流波形,获取剩余波形,通过随机选取不同时间尺度的方式对剩余波形进行截取,从而获取非反流波形,并通过预设的标签对非反流波形进行标记。即采用不同的标签对不同类别的波形分别进行标记。

[0101] 由于获取的阻抗反流波形存在持续时间长短不一致的特点,为了适应阻抗反流波形的这一特性,对获取的数据进行处理,即对经过标记的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形进行第一预设时间尺度的缩放,获取反流样本。其中,所谓的第一预设时间尺度包括至少两种不同的时间尺度。如图3至图5所示,可以通过不同的时间尺度对经过标记的反流波形进行缩放。

[0102] 在本实施方式中,对经过标记的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形进行第一预设时间尺度的缩放,获取反流样本,优选包括:获取当前用于获取若干阻抗反流波形数据的阻抗pH联合监测系统在临床中的最长检测时间 $T$ ;按照 $T/2^n$ 划分若干时间尺度,并定义为第一预设时间尺度,其中,最小的时间尺度不小于临床中阻抗反流最短的持续时间, $n$ 为不小于0的整数;根据第一预设时间尺度对经过标记的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形进行对应时间尺度的缩放,获取反流样本。

[0103] 在本实施方式中,建立样本数据时,采用的不同时间尺度需要结合上述食道阻抗pH联合监测系统当前在临床中的最长检测时间 $T$ 来确定。例如,目前的食道阻抗pH联合监测系统一般支持的最长的监测时间 $T=24$ 小时,则时间尺度可以按照 $T/2^n$ 划分为24小时、12小时、6小时等,其中,最小的时间尺度不小于临床中阻抗反流最短的持续时间。

[0104] 需要说明的是,本实施方式只是优选上述时间尺度的划分方式进行时间尺度的获取,也可以根据实际需要采用其他的划分方式来获取不同的时间尺度,本实施方式对此并不做限定。

[0105] 在本发明的一种实施方式中,上述方法还包括:对每一个不同时间尺度下的反流样本中的反流波形,截取该反流波形的前半部分中包含有各个通道阻抗反流下降部分的数据作为附加反流样本,将附加反流样本和反流样本进行合并,作为最终反流样本。

[0106] 在本实施方式中,如图6所示,图6为本实施方式所提供的阻抗反流波形截取示意图。通过对不同时间尺度下的反流样本数据进一步采用分段的形式进行抽取,尤其是通过截取前半部分数据中包含有各个通道阻抗反流下降部分作为附加反流样本。进一步地扩大了样本量,同时减少了在后期应用中由于时间片段的截取带来的漏检。

[0107] 进一步地,通过上采样或下采样的方式选取固定数据长度的阻抗反流波形数据作为阻抗反流波形数据集,包括:采用上采样或下采样的方式对最终反流样本和非反流波形样本进行数据提取,得到固定数据长度的提取样本数据,作为阻抗反流波形数据集;依次从阻抗反流波形数据集中选取预设数据量的提取样本数据作为测试集,剩余的提取样本数据作为训练集,得到多组对应的测试集和训练集。

[0108] 在本实施方式中,上述的固定数据长度指的是输入下述深度网络模型中进行训练以及测试的预设数据长度,每个输入的样本数据需要保持数据长度的一致性。在采用上述实施方式所提供的食道阻抗pH联合监测系统进行数据采集时,由于食道阻抗pH联合监测系统通常包括6个通道,因此,相对应的,样本数据统一被处理为 $6*N$ 大小, $N$ 即为预先设定的上述固定数据长度。

[0109] S12:通过预设的深度网络对阻抗反流波形数据集中的数据进行训练,建立用于进行阻抗反流波形识别的深度网络模型。

[0110] 在本发明的一种实施方式中,通过预设的深度网络对阻抗反流波形数据集中的数据进行训练,建立用于进行阻抗反流波形识别的深度网络模型,包括:选定预设的深度网络为基于受限玻尔兹曼机的深度神经网络;通过深度神经网络对训练集和测试集进行阻抗反流识别的训练、测试和微调,建立深度网络模型;判断深度网络模型对阻抗反流的识别灵敏度和特异性是否达到预设阈值;若是,则保存该深度网络模型。

[0111] 在本实施方式中,首选需要选取合适的深度网络来用于进行阻抗反流波形训练,以得到深度网络模型。其中,所谓的深度网络即为深度神经网络(Deep neural networks,

DNN), 在本实施方式中, 优先选取了基于受限玻尔兹曼机 (Restricted Boltzmann machine, RBM) 的神经网络。其中, 对阻抗反流识别的训练分为两个阶段: 一是预训练阶段, 采用无监督学习的方式将步骤S11中的阻抗反流数据集中的训练集作为输入; 二是权值微调阶段, 采用有监督学习的方式将预训练过的神经网络中的Softmax层的权值随机初始化为 $[-1, 1]$ 之内均匀分布的随机数, 随后采用误差反向传播算法, 训练到在误差上上升位置。重复上述过程, 对不同组的训练集以及测试集进行不断的训练、测试和微调几个过程, 从而建立深度网络模型。一直到当前的深度网络模型满足要求, 则保存该深度网络模型, 所谓的满足要求即对阻抗反流的识别灵敏度和特异性达到预设阈值。

[0112] S13: 获取当前目标的阻抗数据。当前目标主要指当前需要进行检测的病人。

[0113] S14: 将当前目标的阻抗数据输入到深度网络模型中, 进行阻抗反流波形识别和标记。

[0114] 在本发明的一种实施方式中, 将当前目标的阻抗数据输入到深度网络模型中, 进行阻抗反流波形识别和标记, 包括: 将当前目标的阻抗数据进行时间片段分割; 将分割后得到的时间信号片段通过相应的采样方式获取与固定数据长度相同长度的当前目标采样数据; 将当前目标采样数据输入到深度网络模型中进行阻抗反流波形识别; 根据阻抗反流波形识别的结果进行相应的标记。

[0115] 在本实施方式中, 对当前目标的阻抗数据采用分段处理后, 输入到深度网络模型中进行识别, 以得到是否存在阻抗反流的标记。其中, 采用分段处理方式对目标的阻抗数据进行时间片段分割, 分割后的时间信号片段采用与步骤S11中相同的采样方式获取与样本数据相同长度的数据。在本实施方式中, 优选通过固定时间窗划分法和/或动态时间窗划分法对当前目标的阻抗数据进行时间片段分割。

[0116] 具体地, 在对当前目标的阻抗信号进行检测时, 以基于上述实施方式所提供的胃食道阻抗ph系统进行数据采集为例, 其采集到的病人数据基本都在24小时, 因此, 对于24小时的阻抗数据, 采用了两种数据分割方式来对24小时的阻抗数据进行划分, 进而输入到深度网络模型中进行识别, 即固定时间窗划分法与动态时间窗划分法。

[0117] 固定时间窗划分法为对胃食道阻抗ph系统采集到的病人阻抗信号, 采用固定时间窗以定步长的滑动方式来进行截取一定长度的阻抗通道信号, 作为深度网络的输入。为了避免漏检, 该时间窗的滑动步长应当小于该时间窗的大小, 以图7为例, 图7示出了以时间步长等于 $1/2$ 时间窗长度的方式, 其中最上一行数据片段为阻抗通道信号, 即阻抗反流波形数据, 阻抗通道信号下面的各行片段为固定时间窗截取的信号片段, 从而来避免由于划分可能会导致阻抗反流漏检的情况的出现, 以实现阻抗信号检测的全覆盖。通过时间窗截取的阻抗信号的长度应当与步骤S11中的样本输入数据的长度相同。

[0118] 动态时间窗划分法如图8所示, 对于当前目标的阻抗信号数据, 在输入到深度网络模型进行检测时, 用于划分阻抗信号数据的时间窗为动态变化的, 首先采用大尺度时间窗来对阻抗信号进行划分, 并进行抽样选取与步骤S11中样本输入数据长度相等的时间窗, 然后缩短时间窗的方式来进行分段作为深度网络模型的输入。其中最上一行数据片段为阻抗通道信号, 即阻抗反流波形数据, 阻抗通道信号下面的各行片段为动态时间窗截取的信号片段。

[0119] 需要说明的是, 本实施方式只是优选固定时间窗划分法与动态时间窗划分法对当

前目标的阻抗数据进行时间片段分割,可以根据实际需要采用其他方式,只要能够避免由于划分的原因导致阻抗反流漏检的情况的出现即可,对此并不做限定。

[0120] S15:获取当前目标的阻抗数据中被标记的阻抗信号片段,并通过时域法对该阻抗信号片段的反流波形的起始和结束位置进行定位。

[0121] 对于深度网络模型检测标记出的阻抗信号片段,采用时域法对反流波形起始、结束位置进行精确定位,并结合深度网络输出标签与ph通道对反流类型进行细分。对于深度网络模型标记出的非反流阻抗反流信号片段,则不再进行判断。其中,对反流波形起始、结束位置进行精确定位的时域法可以采用最大斜率法或者基线值对比法等,其中,最大斜率法采用反流波形中下降最快的点对应反流波形中负斜率绝对值最大的点,标记为反流波形起始位置,对于反流波形中上升最快的点即反流波形中正斜率最大的点,标记为反流波形结束位置。基线值对比法,采用反流波形中下降超过基线值一定百分比的点,作为反流起始点,接着反流波形恢复至基线值一定百分比的点,作为反流结束点,所述基线值为反流起始点之前一定时间内的阻抗平均值,所述一定时间通常设为5秒,所述百分比通常设为50%。

[0122] 阻抗反流波形数据集基于大量临床病人的阻抗反流数据获得,并经过对这些数据进行训练,从而建立深度网络模型,以对当前目标的阻抗数据进行识别,判断该当前目标的阻抗数据是否和深度网络模型中的相应数据匹配,并进行相应的标记,通过时域法对该阻抗信号片段的反流波形的起始和结束位置进行定位。采用了基于大数据的深度网络学习的方法来进行阻抗反流识别,更多地利用临床病人的相关数据,无需复杂的波形特征提取,即实现了对胃食管阻抗反流做出更有效的检测,只需建立深度网络模型,在后续对病人进行检测时,无需医生再进行大量的手工提取特征等工作,只需通过上述模型进行识别即可,极大地减轻医务人员的负担,提高了检测效率。

[0123] 请参考图9,图9为本发明一种具体实施方式所提供的胃食管反流自动检测系统结构示意图。

[0124] 相应地,本发明一种实施方式还提供了一种胃食管反流自动检测系统,包括:

[0125] 数据集建立模块91,用于预先建立阻抗反流波形数据集;

[0126] 建模模块92,用于通过预设的深度网络对阻抗反流波形数据集中的数据进行训练,建立用于进行阻抗反流波形识别的深度网络模型;

[0127] 获取模块93,用于获取当前目标的阻抗数据;

[0128] 识别模块94,用于将当前目标的阻抗数据输入到深度网络模型中,进行阻抗反流波形识别和标记;

[0129] 定位模块95,用于获取当前目标的阻抗数据中被标记的阻抗信号片段,并通过时域法对该阻抗信号片段的反流波形的起始和结束位置进行定位。

[0130] 其中,数据集建立模块包括:第一获取单元,用于预先获取若干阻抗反流波形数据;分类单元,用于将各阻抗反流波形数据进行分类,并通过不同的标签分别对不同类别的波形进行标记,其中,分类的类别包括阻抗液体反流波形、阻抗混合反流波形以及非反流波形;选取单元,用于通过上采样或下采样的方式选取固定数据长度的阻抗反流波形数据作为阻抗反流波形数据集。

[0131] 分类单元包括:标记子单元,用于通过不同的标签分别对各阻抗反流波形数据中

的阻抗液体反流波形和阻抗混合反流波形进行标记;缩放子单元,用于对经过标记的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形进行第一预设时间尺度的缩放,获取反流样本;第一截取子单元,用于将各阻抗反流波形数据除去标记后的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形,获取剩余波形,通过随机选取不同时间尺度的方式对剩余波形进行截取,获取非反流波形样本,并通过预设的标签对非反流波形样本进行标记。

[0132] 进一步地,该系统还包括:第二截取子单元,用于对每一个不同时间尺度下的反流样本中的反流波形,截取该反流波形的前半部分中包含有各个通道阻抗反流下降部分的数据作为附加反流样本,将附加反流样本和反流样本进行合并,作为最终反流样本。

[0133] 选取单元包括:第一提取子单元,用于采用上采样或下采样的方式对最终反流样本和非反流波形样本进行数据提取,得到固定数据长度的提取样本数据,作为阻抗反流波形数据集;测试集和训练集生成子单元,用于依次从阻抗反流波形数据集中选取预设数据量的提取样本数据作为测试集,剩余的提取样本数据作为训练集,得到多组对应的测试集和训练集。

[0134] 建模模块包括:网络选择单元,用于选定预设的深度网络为基于受限玻尔兹曼机的深度神经网络;建模单元,用于通过深度神经网络对训练集和测试集进行阻抗反流识别的训练、测试和微调,建立深度网络模型;判断单元,用于判断深度网络模型对阻抗反流的识别灵敏度和特异性是否达到预设阈值;保存单元,用于在判定深度网络模型对阻抗反流的识别灵敏度和特异性达到预设阈值时,保存该深度网络模型。

[0135] 识别模块包括:分割单元,用于将当前目标的阻抗数据进行时间片段分割;采样单元,用于将分割后得到的时间信号片段通过相应的采样方式获取与固定数据长度相同长度的当前目标采样数据;输入单元,用于将当前目标采样数据输入到深度网络模型中进行阻抗反流波形识别;标记单元,用于根据阻抗反流波形识别的结果进行相应的标记。

[0136] 分割单元包括:存储子单元,用于存储固定时间窗划分法和/或动态时间窗划分法对应的分割信息;分割执行子单元,用于通过固定时间窗划分法和/或动态时间窗划分法对当前目标的阻抗数据进行时间片段分割。

[0137] 缩放子单元包括:获取分单元,用于获取当前用于获取若干阻抗反流波形数据的阻抗pH联合监测系统在临床中的最长检测时间 $T$ ;时间尺度定义分单元,用于按照 $T/2^n$ 划分若干时间尺度,并定义为第一预设时间尺度,其中,最小的时间尺度不小于临床中阻抗反流最短的持续时间, $n$ 为不小于0的整数;缩放分单元根据第一预设时间尺度对经过标记的阻抗液体反流波形以及阻抗混合反流波形进行对应时间尺度的缩放,获取反流样本。

[0138] 对于深度网络模型检测标记出的阻抗信号片段,采用时域法对反流波形起始、结束位置进行精确定位,并结合深度网络输出标签与pH通道对反流类型进行细分。对于深度网络模型标记出的非反流阻抗反流信号片段,则不再进行判断。其中,对反流波形起始、结束位置进行精确定位的时域法可以采用最大斜率法或者基线值对比法等,其中,最大斜率法采用反流波形中下降最快的点对应反流波形中负斜率绝对值最大的点,标记为反流波形起始位置,对于反流波形中上升最快的点即反流波形中正斜率最大的点,标记为反流波形结束位置。基线值对比法,采用反流波形中下降超过基线值一定百分比的点,作为反流起始点,接着反流波形恢复至基线值一定百分比的点,作为反流结束点,所述基线值为反流起始点之前一定时间内的阻抗平均值,所述一定时间通常设为5秒,所述百分比通常设为

50%。

[0139] 阻抗反流波形数据集基于大量临床病人的阻抗反流数据获得,并经过对这些数据进行训练,从而建立深度网络模型,以对当前目标的阻抗数据进行识别,判断该当前目标的阻抗数据是否和深度网络模型中的相应数据匹配,并进行相应的标记,通过时域法对该阻抗信号片段的反流波形的起始和结束位置进行定位。采用了基于大数据的深度网络学习的方法来进行阻抗反流识别,更多地利用临床病人的相关数据,无需复杂的波形特征提取,即实现了对胃食管阻抗反流做出更有效的检测,只需建立深度网络模型,在后续对病人进行检测时,无需医生再进行大量的手工提取特征等工作,只需通过上述模型进行识别即可,极大地减轻医务人员的负担,提高了检测效率。

[0140] 以上对本发明所提供的一种胃食管反流自动检测方法和系统进行了详细介绍。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。

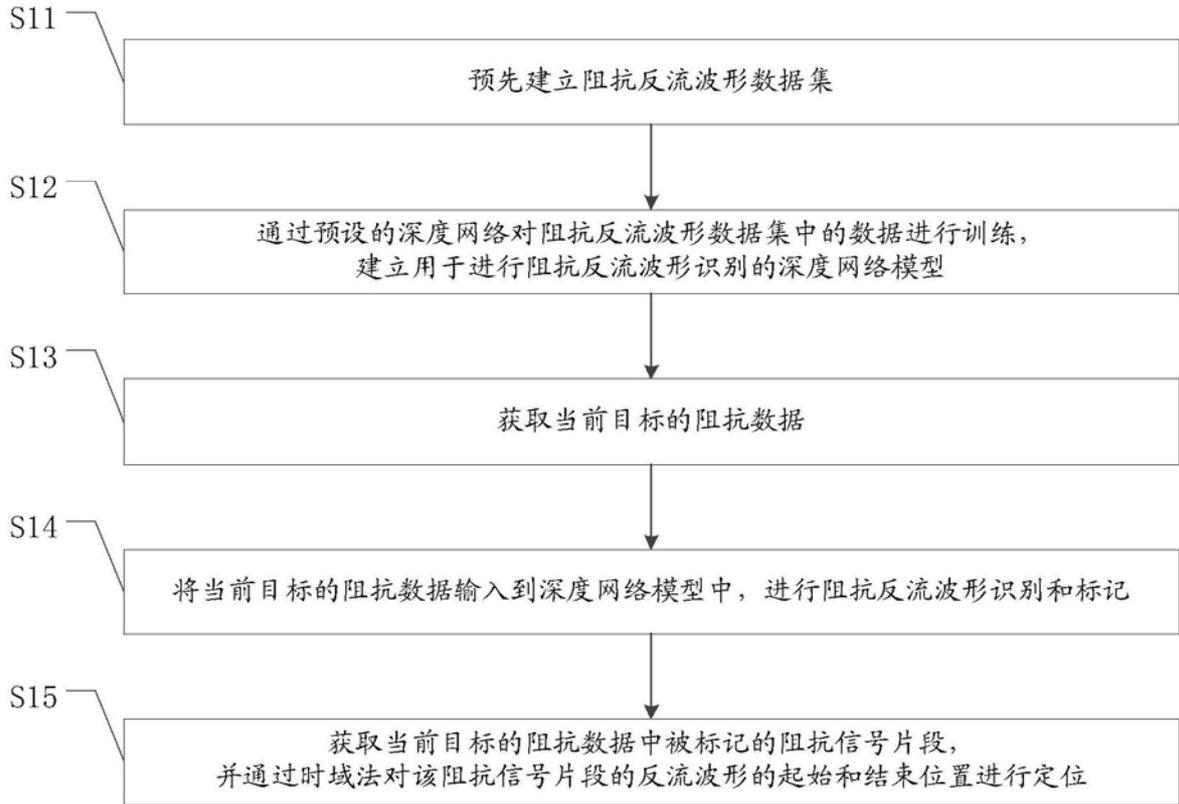


图1

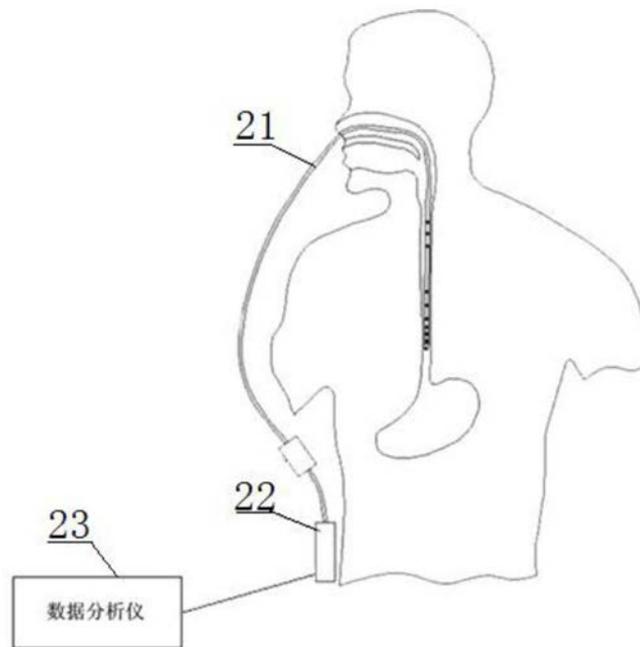


图2

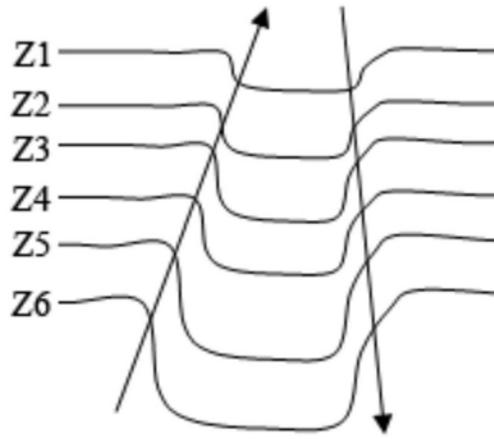


图3

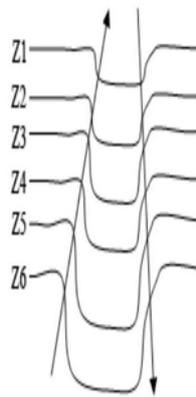


图4

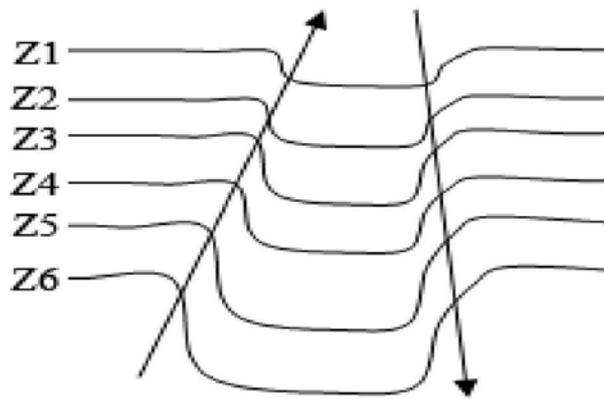


图5

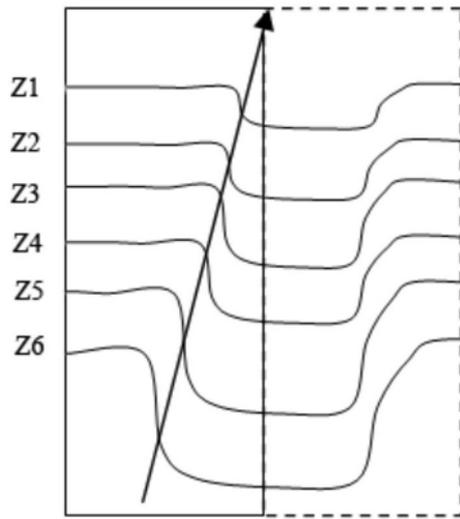


图6



图7



图8



图9

专利名称(译)	一种胃食管反流自动检测系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN108652586A</a>	公开(公告)日	2018-10-16
申请号	CN201810210201.2	申请日	2018-03-14
[标]申请(专利权)人(译)	重庆金山医疗器械有限公司		
申请(专利权)人(译)	重庆金山医疗器械有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	重庆金山医疗器械有限公司		
[标]发明人	白家莲 胡人友 覃浪		
发明人	白家莲 胡人友 覃浪		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/7264		
代理人(译)	罗满		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明公开了一种胃食管反流自动检测系统，以预先建立阻抗反流波形数据集；并通过预设的深度学习对阻抗反流波形数据集中的数据进行训练，建立用于进行阻抗反流波形识别的深度学习模型；获取当前目标的阻抗数据；将当前目标的阻抗数据输入到深度学习模型中，进行阻抗反流波形识别和标记；获取当前目标的阻抗数据中被标记的阻抗信号片段，并通过时域法对该阻抗信号片段的反流波形的起始和结束位置进行定位。采用了基于大数据的深度学习学习的方法进行阻抗反流识别，无需复杂的波形特征提取，即实现了对胃食管阻抗反流做出更有效的检测，无需医生再进行大量的手工提取特征等工作，极大地减轻医务人员的负担，提高了检测效率。

