



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115471498 A

(43) 申请公布日 2022. 12. 13

(21) 申请号 202211236175.3

G06V 10/82 (2022.01)

(22) 申请日 2022.10.10

(71) 申请人 温州市华炜鞋材科技有限公司

地址 325000 浙江省温州市中国鞋都腾跃路106号

(72) 发明人 郑海涛 郑博文

(74) 专利代理机构 温州名创知识产权代理有限公司 33258

专利代理师 陈加利

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2017.01)

G06N 3/04 (2006.01)

G06N 3/08 (2006.01)

G06T 5/00 (2006.01)

G06V 10/764 (2022.01)

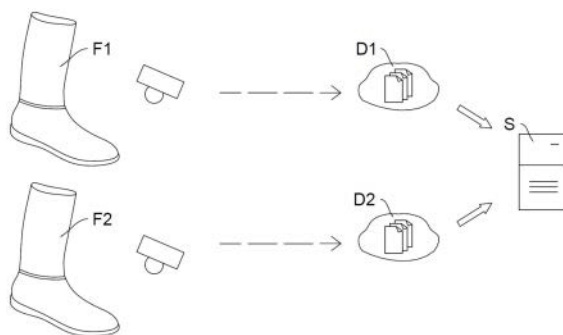
权利要求书4页 说明书13页 附图6页

(54) 发明名称

用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机及其方法

(57) 摘要

本申请公开了一种用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机及其方法。其首先计算未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图,然后,将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图,接着,计算分别将所述第一特征图和所述第二特征图通过多分支感知域模块得到的第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图之间的差分特征图,最后,将所述差分特征图通过分类器以得到用于表示待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准的分类结果。通过这样的方式,可以缩短检测时间,提高雨鞋防水性能检测的精准度。



1. 一种用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机,其特征在于,包括:

检测信号采集单元,用于获取未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号;

时域转化单元,用于计算所述第一声音信号和所述第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图;

孪生编码单元,用于将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图,所述第一卷积神经网络和所述第二卷积神经网络具有相同的网络结构;

多尺度感知单元,用于分别将所述第一特征图和所述第二特征图通过多分支感知域模块以得到第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图;

差异评估单元,用于计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图;以及

防水监测结果生成单元,用于将所述差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准。

2. 根据权利要求1所述的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机,其特征在于,所述孪生编码单元,包括:

第一卷积编码单元,用于使用所述第一卷积神经网络的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述第一卷积神经网络的最后一层输出所述第一特征图;以及

第二卷积编码单元,用于使用所述第二卷积神经网络的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述第二卷积神经网络的最后一层输出所述第二特征图。

3. 根据权利要求2所述的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机,其特征在于,所述多尺度感知单元,包括:

第一点卷积子单元,用于将所述第一特征图和所述第二特征图分别输入所述多分支感知域模块的第一点卷积层以得到第一卷积特征图和第二卷积特征图;

多分支感知子单元,用于分别将所述第一卷积特征图和所述第二卷积特征图通过所述多分支感知域模块的第一分支感知域单元、第二分支感知域单元和第三分支感知域单元以得到第一分支感知特征图、第二分支感知特征图和第三分支感知特征图,以及第四分支感知特征图、第五分支感知特征图和第六分支感知特征图,其中,所述第一分支感知域单元、所述第二分支感知域单元和所述第三分支感知域单元具有并行结构;

融合子单元,用于将所述第一分支感知特征图、所述第二分支感知特征图和所述第三分支感知特征图进行级联以得到第一融合感知特征图,以及将所述第四分支感知特征图、所述第五分支感知特征图和所述第六分支感知特征图进行级联以得到第二融合感知特征图;

第二点卷积子单元,用于将所述第一融合感知特征图和所述第二融合感知特征图分别输入所述多分支感知域模块的第二点卷积层以得到第一通道校正融合感知特征图和第二通道校正融合感知特征图;以及

残差级联子单元,用于计算所述第一通道校正融合感知特征图和所述第一卷积特征图

的按位置点加以得到所述第一多尺度感知特征图,以及计算所述第二通道校正融合感知特征图和所述第二卷积特征图的按位置点加以得到所述第二多尺度感知特征图。

4. 根据权利要求3所述的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机,其特征在于,所述多分支感知子单元,包括:

第一一维卷积编码二级子单元,用于将所述第一卷积特征图通过所述第一分支感知域单元的第一一维卷积层以得到第一一维卷积特征图;

第一空洞卷积编码二级子单元,用于将所述第一一维卷积特征图通过具有第一空洞率的第一二维卷积层以得到所述第一分支感知特征图;

第二一维卷积编码二级子单元,用于将所述第一卷积特征图通过所述第二分支感知域单元的第二一维卷积层以得到第二一维卷积特征图;

第二空洞卷积编码二级子单元,用于将所述第二一维卷积特征图通过具有第二空洞率的第二二维卷积层以得到所述第二分支感知特征图;

第三一维卷积编码二级子单元,用于将所述第一卷积特征图通过所述第三分支感知域单元的第三一维卷积层以得到第三一维卷积特征图;

第三空洞卷积编码二级子单元,用于将所述第三一维卷积特征图通过具有第三空洞率的第三二维卷积层以得到所述第三分支感知特征图;

第四一维卷积编码二级子单元,用于将所述第二卷积特征图通过所述第四分支感知域单元的第四一维卷积层以得到第四一维卷积特征图;

第四空洞卷积编码二级子单元,用于将所述第四一维卷积特征图通过具有第四空洞率的第四二维卷积层以得到所述第四分支感知特征图;

第五一维卷积编码二级子单元,用于将所述第二卷积特征图通过所述第五分支感知域单元的第五一维卷积层以得到第五一维卷积特征图;

第五空洞卷积编码二级子单元,用于将所述第五一维卷积特征图通过具有第五空洞率的第五二维卷积层以得到所述第五分支感知特征图;

第六一维卷积编码二级子单元,用于将所述第二卷积特征图通过所述第六分支感知域单元的第六一维卷积层以得到第六一维卷积特征图;以及

第六空洞卷积编码二级子单元,用于将所述第六一维卷积特征图通过具有第六空洞率的第六二维卷积层以得到所述第六分支感知特征图。

5. 根据权利要求4所述的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机,其特征在于,所述第一空洞率、所述第二空洞率和所述第三空洞率相互不相等,所述第三空洞率、所述第四空洞率和所述第五空洞率相互不相等。

6. 根据权利要求5所述的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机,其特征在于,所述差异评估单元,进一步用于:

使用如下公式计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图;

其中,所述公式为:

$$F_d = F_1 \ominus F_2$$

其中, $F_d$ 表示所述差分特征图, $F_1$ 表示所述第一多尺度感知特征图, $F_2$ 表示所述第二多尺度感知特征图, $\ominus$ 表示按位置减法。

7. 根据权利要求6所述的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机,其特征在于,所述防水监测结果生成单元,进一步用于:

使用所述分类器以如下公式对所述差分特征图进行处理以生成分类结果;其中,所述公式为: $\text{softmax}\{(M_c, B_c) | \text{Project}(F)\}$ ,其中,Project(F)表示将所述差分特征图投影为向量, $M_c$ 为全连接层的权重矩阵, $B_c$ 表示全连接层的偏向向量。

8. 根据权利要求1所述的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机,其特征在于,还包括用于对所述孪生网络、所述多分支感知域模块和所述分类器进行训练的训练模块;

其中,所述训练模块,包括:

训练检测信号采集单元,用于获取训练数据,所述训练数据包括未被浸泡的待检测雨鞋的第一训练声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二训练声音信号,以及,所述待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准的真实值;

训练时域转化单元,用于计算所述第一训练声音信号和所述第二训练声音信号的时域增强图以得到第一训练时域增强图和第二训练时域增强图;

训练孪生编码单元,用于将所述第一训练时域增强图和所述第二训练时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的所述孪生网络模型以得到第一训练特征图和第二训练特征图,所述第一卷积神经网络和所述第二卷积神经网络具有相同的网络结构;

训练多尺度感知单元,用于分别将所述第一训练特征图和所述第二训练特征图通过所述多分支感知域模块以得到第一训练多尺度感知特征图和第二训练多尺度感知特征图;

训练差异评估单元,用于计算所述第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图之间的训练差分特征图;

分类损失函数值计算单元,用于将所述训练差分特征图通过所述分类器以得到分类损失函数值;

分类模式消解抑制损失函数值计算单元,用于计算所述第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图分类模式消解抑制损失函数值;以及

训练单元,用于以所述分类模式消解抑制损失函数值和所述分类损失函数值的加权和作为损失函数值对所述孪生网络、所述多分支感知域模块和所述分类器进行训练。

9. 根据权利要求8所述的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机,其特征在于,所述分类模式消解抑制损失函数值计算单元,进一步用于:

其中,所述公式为:

$$Loss = \exp(\|M_1 \ominus M_2\|_F) - \exp(\|V_1 \ominus V_2\|_2^2)$$

其中 $V_1$ 和 $V_2$ 分别是所述第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图展开后得到的特征向量,且 $M_1$ 和 $M_2$ 分别是所述分类器对于所述第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图展开后得到的特征向量的权重矩阵, $\|\cdot\|_2^2$ 表示向量的二范数的平方, $\|\cdot\|_F$ 表示矩阵的F范数, $\ominus$ 表示按位置减法, $\exp(\cdot)$ 表示向量的指数运算和矩阵的指数运算,所述向量的指数运算表示计算以向量中各个位置的特征值为幂的自然指数函数值,所述矩阵的指数运算表示计算以矩阵中各个位置的特征值为幂的自然指数函数值。

10. 一种用于雨鞋生产的多角度防水监测方法,其特征在于,包括:

获取未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号;

计算所述第一声音信号和所述第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图;

将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图,所述第一卷积神经网络和所述第二卷积神经网络具有相同的网络结构;

分别将所述第一特征图和所述第二特征图通过多分支感知域模块以得到第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图;

计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图;以及

将所述差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准。

## 用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机及其方法

### 技术领域

[0001] 本申请涉及智能监测技术领域,且更为具体地,涉及一种用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机及其方法。

### 背景技术

[0002] 雨鞋是一种防水的鞋子,多在下雨时进行穿着,部分在有较多积水地方进行工作的工人也会穿着雨鞋,雨鞋的主要作用就是防水,因此,在完成雨鞋的制作后,便需要对雨鞋进行防水测试。

[0003] 目前在对雨鞋进行防水测试时,大多是由人工手动握住雨鞋,然后将雨鞋放置在水箱内,然后对雨鞋内部进行观察,查看雨鞋内部是否有积水,这种防水检测模式不利于观察且检测结果也不直观。

[0004] 经研究,本申请发明人发现在进行雨鞋出厂防水测试时,如果雨鞋的质量较差,其在出厂防水测试时,往往不会检测出来,其原因为相对劣势的雨鞋需要很长的时间才能渗透到雨鞋内,较短时间内难以观察到。

[0005] 因此,期待一种优化的雨鞋防水监测方案。

### 发明内容

[0006] 为了解决上述技术问题,提出了本申请。本申请的实施例提供了一种用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机及其方法。其首先计算未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图,然后,将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图,接着,计算分别将所述第一特征图和所述第二特征图通过多分支感知域模块得到的第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图之间的差分特征图,最后,将所述差分特征图通过分类器以得到用于表示待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准的分类结果。通过这样的方式,可以缩短检测时间,提高雨鞋防水性能检测的精准度。

[0007] 根据本申请的一个方面,提供了一种用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机,其包括:

[0008] 检测信号采集单元,用于获取未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号;

[0009] 时域转化单元,用于计算所述第一声音信号和所述第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图;

[0010] 孪生编码单元,用于将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图,所述第一卷积神经网络和所述第二卷积神经网络具有相同的网络结构;

[0011] 多尺度感知单元,用于分别将所述第一特征图和所述第二特征图通过多分支感知

域模块以得到第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图；

[0012] 差异评估单元,用于计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图;以及

[0013] 防水监测结果生成单元,用于将所述差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准。

[0014] 根据本申请的另一个方面,提供了一种用于雨鞋生产的多角度防水监测方法,其包括:

[0015] 获取未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号;

[0016] 计算所述第一声音信号和所述第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图;

[0017] 将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图,所述第一卷积神经网络和所述第二卷积神经网络具有相同的网络结构;

[0018] 分别将所述第一特征图和所述第二特征图通过多分支感知域模块以得到第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图;

[0019] 计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图;以及

[0020] 将所述差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准。

[0021] 与现有技术相比,本申请提供的一种用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机及其方法。其首先计算未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图,然后将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图,接着,计算分别将所述第一特征图和所述第二特征图通过多分支感知域模块得到的第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图之间的差分特征图,最后,将所述差分特征图通过分类器以得到用于表示待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准的分类结果。通过这样的方式,可以缩短检测时间,提高雨鞋防水性能检测的精准度。

## 附图说明

[0022] 通过结合附图对本申请实施例进行更详细的描述,本申请的上述以及其他目的、特征和优势将变得更加明显。附图用来提供对本申请实施例的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本申请实施例一起用于解释本申请,并不构成对本申请的限制。在附图中,相同的参考标号通常代表相同部件或步骤。

[0023] 图1图示了根据本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机的应用场景图。

[0024] 图2图示了根据本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机的框图示意图。

[0025] 图3图示了根据本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机中的孪

生编码单元的框图示意图。

[0026] 图4图示了根据本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机中的多尺度感知单元的框图示意图。

[0027] 图5图示了根据本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机中的多分支感知子单元的框图示意图。

[0028] 图6图示了根据本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机中进一步包括的训练模块的框图示意图。

[0029] 图7图示了根据本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测方法的流程图。

[0030] 图8图示了根据本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测方法的系统架构的示意图。

### 具体实施方式

[0031] 下面,将参考附图详细地描述根据本申请的示例实施例。显然,所描述的实施例仅仅是本申请的一部分实施例,而不是本申请的全部实施例,应理解,本申请不受这里描述的示例实施例的限制。

#### [0032] 场景概述

[0033] 如上所述,目前在对雨鞋进行防水测试时,大多是由人工手动握住雨鞋,然后将雨鞋放置在水箱内,然后对雨鞋内部进行观察,查看雨鞋内部是否有积水,这种防水检测模式不利于观察且检测结果也不直观。

[0034] 经研究,本申请发明人发现在进行雨鞋出厂防水测试时,如果雨鞋的质量较差,其在出厂防水测试时,往往不会检测出来,其原因为相对劣势的雨鞋需要很长的时间才能渗透到雨鞋内,较短时间内难以观察到。因此,期待一种优化的雨鞋防水监测方案。

[0035] 相应地,本申请的申请人发现如果雨鞋相对劣质,在被浸泡于水箱后,即便后续将雨鞋表面的水渍擦干,仍有部分水分子会深入到雨鞋内,导致雨鞋的声学特征发生改变,因此,可通过浸泡并被擦干后的雨鞋的声学特征来判断雨鞋的防水性能是否满足要求。这样,能够避免传统的防水检测中需要长时间浸泡雨鞋来观察鞋内状态,进而缩短检测的时间,并且还能够提高对于雨鞋防水性能检测的精准度。

[0036] 具体地,在本申请的技术方案中,采用基于深度学习的人工智能检测技术来对于未被浸泡的待检测雨鞋和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的声音信号分别进行特征提取,并且以这两者的差异性特征来评估所述待检测雨鞋的防水性能。也就是,通过浸泡之后的雨鞋的声学特征和未被浸泡的雨鞋的声学特征之间的差异性特征比较来构建防水性能检测方案。

[0037] 具体地,在本申请的技术方案中,首先,获取未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号。接着,考虑到在通过雨鞋的声学特征来进行雨鞋的防水性能检测时,对于声音信号的采集过程中,会由于外界环境噪声等别的因素干扰而造成关于所述待检测雨鞋的声音信号较弱,因此,进一步需要对于所述声音信号进行时域增强。也就是,计算所述第一声音信号和所述第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图。

[0038] 然后,由于考虑到卷积神经网络模型在图像的特征挖掘上具有优异的表现,因此,



在本申请的技术方案中,使用卷积神经网络模型来对于所述第一时域增强图和所述第二时域增强图进行深层特征挖掘。具体地,将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的孪生网络模型中进行处理,以分别提取出所述第一时域增强图和所述第二时域增强图中的局部特征在高维空间中的特征分布,从而得到第一特征图和第二特征图,这里,所述第一卷积神经网络和所述第二卷积神经网络具有相同的网络结构。

[0039] 可以理解,由于在标准深度卷积神经网络的卷积和池化都是常见的下采样操作,但下采样在扩大感知域的同时也缩小了feature map尺度,造成信息损失。且因标准深度卷积神经网络模型使用固定尺寸的卷积核,因此,在进行特征提取时,其无法学习到多尺度特征信息,而导致因网格效应带来的局部信息丢失的问题。

[0040] 针对上述问题,在本申请的技术方案中,使用多分支感知域模块来对于由传统的卷积神经网络模型作为特征提取器得到的所述第一特征图和所述第二特征图进行特征增强,从而得到第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图。相较于传统的卷积神经网络模型,所述多分支感知域模块具有如下优势:1)所述多分支感知域模块利用空洞卷积来替代传统卷积核,其利用其特有的参数扩张率(dilated rates),使原卷积核在相同参数量下拥有更大的感知域,也就是,所述多分支感知域模块利用空洞卷积即可扩大感知域,从而无需下采样,避免了信息损失且实现特征图输入与输出尺度一致;

[0041] 2)所述多分支感知域模块设计不同扩张率的并行空洞卷积结构,可让网络学习到多尺度特征信息,因此解决了网格效应带来的局部信息丢失的问题。且该结构使目标检测可利用的小目标信息量增多,进而解决了传统卷积神经网络利用池化层所造成的小目标信息无法重建的问题。

[0042] 进一步地,计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图。在一个具体示例中,可以计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的按位置差分来得到差分特征图。这样,能够通过未被浸泡的待检测雨鞋和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的声学特征之间的差异性特征来进行分类,以此来评估所述待检测雨鞋的防水性能。

[0043] 特别地,在本申请的技术方案中,由于作为分类特征图的所述差分特征图是计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分得到的,因此在对模型进行训练中,当计算损失函数的梯度并从分类器向模型进行反向传播时,梯度会分别通过得到所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图的相应的卷积神经网络和多分支感知域模块,这时,可能会由于异常的梯度分支而导致相应的卷积神经网络和多分支感知域模块的级联分支所提取的特征模式的消解。

[0044] 由此,在分类损失函数之外,进一步引入分类模式消解抑制损失函数以解决提取的特征模式的消解,具体地,所述分类模式消解抑制损失函数表达为:

$$[0045] \quad \mathcal{L}_{oss} = \exp(\|M_1 \ominus M_2\|_F) - \exp(\|V_1 \ominus V_2\|_2^2)$$

[0046]  $V_1$ 和 $V_2$ 分别是所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图展开后得到的特征向量,且 $M_1$ 和 $M_2$ 分别是分类器对于 $V_1$ 和 $V_2$ 的权重矩阵, $\|\cdot\|_2^2$ 表示向量的二范数的平方。

[0047] 也就是,通过引入分类模式消解抑制损失函数,将分类器权重的伪差异推向所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图的真实特征分布差异,即所述差分特征图的特征分布,从而保证梯度反向传播时的定向导数在梯度分支点附近得到正则化,也就是,将梯度在相应的卷积神经网络和多分支感知域模块的级联分支之间进行过加权,从而对特征的分类模式消解进行抑制,以提高相应的卷积神经网络和多分支感知域模块的级联分支的分类特征的提取能力,从而相应地提高所述差分特征图分类结果的准确性。这样,能够通过待检测雨鞋的声学特征来对于所述雨鞋的防水性能进行评估检测,以避免传统工序由于长时间浸泡带来的检测时间过长的问题,并且还能够提高对于所述雨鞋防水性能检测的精准度。

[0048] 基于此,本申请提供了一种用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机,其包括:检测信号采集单元,用于获取未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号;时域转化单元,用于计算所述第一声音信号和所述第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图;孪生编码单元,用于将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图,所述第一卷积神经网络和所述第二卷积神经网络具有相同的网络结构;多尺度感知单元,用于分别将所述第一特征图和所述第二特征图通过多分支感知域模块以得到第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图;差异评估单元,用于计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图;以及,防水监测结果生成单元,用于将所述差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准。

[0049] 图1图示了根据本申请实施例的雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机的应用场景图。如图1所示,在该应用场景中,通过获取未被浸泡的待检测雨鞋(例如,如图1中所示意的F1)的第一声音信号(例如,如图1中所示意的D1)和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋(例如,如图1中所示意的F2)的第二声音信号(例如,如图1中所示意的D2)。然后,将获取的所述第一声音信号和所述第二声音信号输入至部署有雨鞋生产的多角度防水监测算法的服务器中(例如,图1中所示意的S),其中,所述服务器能够使用所述雨鞋生产的多角度防水监测算法对所述第一声音信号和所述第二声音信号进行处理以生成待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准的分类结果。

[0050] 在介绍了本申请的基本原理之后,下面将参考附图来具体介绍本申请的各种非限制性实施例。

#### [0051] 示例性制鞋机

[0052] 图2图示了根据本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机的框图示意图。如图2所示,根据本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机100,包括:检测信号采集单元110,用于获取未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号;时域转化单元120,用于计算所述第一声音信号和所述第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图;孪生编码单元130,用于将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图,所述第一卷积神经网络和所述第二卷积神经网络具有相同的网络结构;多尺度感知单元140,用于分别将所述第一

特征图和所述第二特征图通过多分支感知域模块以得到第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图;差异评估单元150,用于计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图;以及,防水监测结果生成单元160,用于将所述差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准。

[0053] 更具体地,在本申请实施例中,所述检测信号采集单元110,用于获取未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号。如果雨鞋相对劣质,在被浸泡于水箱后,即便后续将雨鞋表面的水渍擦干,仍有部分水分子会深入到雨鞋内,导致雨鞋的声学特征发生改变,因此,可通过浸泡并被擦干后的雨鞋的声学特征来判断雨鞋的防水性能是否满足要求,也就是,通过浸泡之后的雨鞋的声学特征和未被浸泡的雨鞋的声学特征之间的差异性特征比较来构建防水性能检测方案,从而避免传统的防水检测中需要长时间浸泡雨鞋来观察鞋内状态。

[0054] 更具体地,在本申请实施例中,所述时域转化单元120,用于计算所述第一声音信号和所述第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图。进一步考虑到在通过雨鞋的声学特征来进行雨鞋的防水性能检测时,对于声音信号的采集过程中,会由于外界环境噪声等别的因素干扰而造成关于所述待检测雨鞋的声音信号较弱,因此,进一步需要对于所述声音信号进行时域增强,从而在后续的特征挖掘和比对中可以更明显的获取区别。

[0055] 更具体地,在本申请实施例中,所述孪生编码单元130,用于将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图,所述第一卷积神经网络和所述第二卷积神经网络具有相同的网络结构。卷积神经网络模型在图像的特征挖掘上具有优异的表现,因此,在本申请的技术方案中,使用具有相同的网络结构的卷积神经网络模型来对于所述第一时域增强图和所述第二时域增强图分别进行深层特征挖掘,以获取其深层特征。

[0056] 相应地,如图3所示,在一个具体示例中,所述孪生编码单元130,包括:第一卷积编码单元131,用于使用所述第一卷积神经网络的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述第一卷积神经网络的最后一层输出所述第一特征图;以及,第二卷积编码单元132,用于使用所述第二卷积神经网络的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述第二卷积神经网络的最后一层输出所述第二特征图。

[0057] 应可以理解,由于在标准深度卷积神经网络的卷积和池化都是常见的下采样操作,但下采样在扩大感知域的同时也缩小了feature map尺度,造成信息损失。且因标准深度卷积神经网络模型使用固定尺寸的卷积核,因此,在进行特征提取时,其无法学习到多尺度特征信息,而导致因网格效应带来的局部信息丢失的问题。针对上述问题,在本申请的技术方案中,使用多分支感知域模块来对于由传统的卷积神经网络模型作为特征提取器得到的所述第一特征图和所述第二特征图进行特征增强,从而得到第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图。

[0058] 更具体地,在本申请实施例中,所述多尺度感知单元140,用于分别将所述第一特征图和所述第二特征图通过多分支感知域模块以得到第一多尺度感知特征图和第二多尺

度感知特征图。相较于传统的卷积神经网络模型,所述多分支感知域模块具有如下优势:1)所述多分支感知域模块利用空洞卷积来替代传统卷积核,其利用其特有的参数扩张率(dilated rates),使原卷积核在相同参数量下拥有更大的感知域,也就是,所述多分支感知域模块利用空洞卷积即可扩大感知域,从而无需下采样,避免了信息损失且实现特征图输入与输出尺度一致;2)所述多分支感知域模块设计不同扩张率的并行空洞卷积结构,可让网络学习到多尺度特征信息,因此解决了网格效应带来的局部信息丢失的问题。该结构使目标检测可利用的小目标信息量增多,进而解决了传统卷积神经网络利用池化层所造成的小目标信息无法重建的问题。

[0059] 相应地,如图4所示,在一个具体示例中,所述多尺度感知单元140,包括:第一点卷积子单元141,用于将所述第一特征图和所述第二特征图分别输入所述多分支感知域模块的第一点卷积层以得到第一卷积特征图和第二卷积特征图;多分支感知子单元142,用于分别将所述第一卷积特征图和所述第二卷积特征图通过所述多分支感知域模块的第一分支感知域单元、第二分支感知域单元和第三分支感知域单元以得到第一分支感知特征图、第二分支感知特征图和第三分支感知特征图,以及第四分支感知特征图、第五分支感知特征图和第六分支感知特征图,其中,所述第一分支感知域单元、所述第二分支感知域单元和所述第三分支感知域单元具有并行结构;融合子单元143,用于将所述第一分支感知特征图、所述第二分支感知特征图和所述第三分支感知特征图进行级联以得到第一融合感知特征图,以及将所述第四分支感知特征图、所述第五分支感知特征图和所述第六分支感知特征图进行级联以得到第二融合感知特征图;第二点卷积子单元144,用于将所述第一融合感知特征图和所述第二融合感知特征图分别输入所述多分支感知域模块的第二点卷积层以得到第一通道校正融合感知特征图和第二通道校正融合感知特征图;以及,残差级联子单元145,用于计算所述第一通道校正融合感知特征图和所述第一卷积特征图的按位置点加以得到所述第一多尺度感知特征图,以及计算所述第二通道校正融合感知特征图和所述第二卷积特征图的按位置点加以得到所述第二多尺度感知特征图。

[0060] 相应地,如图5所示,在一个具体示例中,所述多分支感知子单元142,包括:第一一维卷积编码二级子单元14201,用于将所述第一卷积特征图通过所述第一分支感知域单元的第一一维卷积层以得到第一一维卷积特征图;第一空洞卷积编码二级子单元14202,用于将所述第一一维卷积特征图通过具有第一空洞率的第一二维卷积层以得到所述第一分支感知特征图;第二一维卷积编码二级子单元14203,用于将所述第一卷积特征图通过所述第二分支感知域单元的第二一维卷积层以得到第二一维卷积特征图;第二空洞卷积编码二级子单元14204,用于将所述第二一维卷积特征图通过具有第二空洞率的第二二维卷积层以得到所述第二分支感知特征图;第三一维卷积编码二级子单元14205,用于将所述第一卷积特征图通过所述第三分支感知域单元的第三一维卷积层以得到第三一维卷积特征图;第三空洞卷积编码二级子单元14206,用于将所述第三一维卷积特征图通过具有第三空洞率的第三二维卷积层以得到所述第三分支感知特征图;第四一维卷积编码二级子单元14207,用于将所述第二卷积特征图通过所述第四分支感知域单元的第四一维卷积层以得到第四一维卷积特征图;第四空洞卷积编码二级子单元14208,用于将所述第四一维卷积特征图通过具有第四空洞率的第四二维卷积层以得到所述第四分支感知特征图;第五一维卷积编码二级子单元14209,用于将所述第二卷积特征图通过所述第五分支感知域单元的第五一维卷

积层以得到第五一维卷积特征图；第五空洞卷积编码二级子单元14210，用于将所述第五一维卷积特征图通过具有第五空洞率的第五二维卷积层以得到所述第五分支感知特征图；第六一维卷积编码二级子单元14211，用于将所述第二卷积特征图通过所述第六分支感知域单元的第六一维卷积层以得到第六一维卷积特征图；以及，第六空洞卷积编码二级子单元14212，用于将所述第六一维卷积特征图通过具有第六空洞率的第六二维卷积层以得到所述第六分支感知特征图。

[0061] 相应地，在一个具体示例中，所述第一空洞率、所述第二空洞率和所述第三空洞率相互不相等，所述第三空洞率、所述第四空洞率和所述第五空洞率相互不相等。

[0062] 更具体地，在本申请实施例中，所述差异评估单元150，用于计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图。通过未被浸泡的待检测雨鞋和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的声学特征之间的差异性特征来进行分类，以此来评估所述待检测雨鞋的防水性能。在一个具体示例中，可以计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的按位置差分来得到差分特征图。

[0063] 相应地，在一个具体示例中，所述差异评估单元150，进一步用于：使用如下公式计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图；其中，所述公式为：

$$[0064] \quad F_d = F_1 \ominus F_2$$

[0065] 其中， $F_d$ 表示所述差分特征图， $F_1$ 表示所述第一多尺度感知特征图， $F_2$ 表示所述第二多尺度感知特征图， $\ominus$ 表示按位置减法。

[0066] 更具体地，在本申请实施例中，所述防水监测结果生成单元160，用于将所述差分特征图通过分类器以得到分类结果，所述分类结果用于表示待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准。

[0067] 相应地，在一个具体示例中，所述防水监测结果生成单元160，进一步用于：使用所述分类器以如下公式对所述差分特征图进行处理以生成分类结果；其中，所述公式为： $\text{softmax}\{(M_c, B_c) | \text{Project}(F)\}$ ，其中， $\text{Project}(F)$ 表示将所述差分特征图投影为向量， $M_c$ 为全连接层的权重矩阵， $B_c$ 表示全连接层的偏向向量。

[0068] 相应地，在一个具体示例中，所述的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机，还包括用于对所述孪生网络、所述多分支感知域模块和所述分类器进行训练的训练模块；其中，如图6所示，所述训练模块200，包括：训练检测信号采集单元210，用于获取训练数据，所述训练数据包括未被浸泡的待检测雨鞋的第一训练声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二训练声音信号，以及，所述待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准的真实值；训练时域转化单元220，用于计算所述第一训练声音信号和所述第二训练声音信号的时域增强图以得到第一训练时域增强图和第二训练时域增强图；训练孪生编码单元230，用于将所述第一训练时域增强图和所述第二训练时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的所述孪生网络模型以得到第一训练特征图和第二训练特征图，所述第一卷积神经网络和所述第二卷积神经网络具有相同的网络结构；训练多尺度感知单元240，用于分别将所述第一训练特征图和所述第二训练特征图通过所述多分支感知域模块以得到第一训练多尺度感知特征图和第二训练多尺度感知特征图；训练差异评估单元250，用于

计算所述第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图之间的训练差分特征图；分类损失函数值计算单元260，用于将所述训练差分特征图通过所述分类器以得到分类损失函数值；分类模式消解抑制损失函数值计算单元270，用于计算所述第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图的分模式消解抑制损失函数值；以及，训练单元280，用于以所述分类模式消解抑制损失函数值和所述分类损失函数值的加权和作为损失函数值对所述孪生网络、所述多分支感知域模块和所述分类器进行训练。

[0069] 特别地，在本申请的技术方案中，由于作为分类特征图的所述差分特征图是计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分得到的，因此在对模型进行训练中，当计算损失函数的梯度并从分类器向模型进行反向传播时，梯度会分别通过得到所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图的相应的卷积神经网络和多分支感知域模块，这时，可能会由于异常的梯度分支而导致相应的卷积神经网络和多分支感知域模块的级联分支所提取的特征模式的消解。由此，在分类损失函数之外，进一步引入分类模式消解抑制损失函数以解决提取的特征模式的消解。

[0070] 相应地，在一个具体示例中，所述分类模式消解抑制损失函数值计算单元270，进一步用于：其中，所述公式为：

$$[0071] \quad \mathcal{L}_{oss} = \exp(\|M_1 \ominus M_2\|_F) - \exp(\|V_1 \ominus V_2\|_2^2)$$

[0072] 其中 $V_1$ 和 $V_2$ 分别是所述第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图展开后得到的特征向量，且 $M_1$ 和 $M_2$ 分别是所述分类器对于所述第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图展开后得到的特征向量的权重矩阵， $\|\cdot\|_2^2$ 表示向量的二范数的平方， $\|\cdot\|_F$ 表示矩阵的F范数， $\ominus$ 表示按位置减法， $\exp(\cdot)$ 表示向量的指数运算和矩阵的指数运算，所述向量的指数运算表示计算以向量中各个位置的特征值为幂的自然指数函数值，所述矩阵的指数运算表示计算以矩阵中各个位置的特征值为幂的自然指数函数值。

[0073] 也就是，通过引入分类模式消解抑制损失函数，将分类器权重的伪差异推向所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图的真实特征分布差异，即所述差分特征图的特征分布，从而保证梯度反向传播时的定向导数在梯度分支点附近得到正则化，也就是，将梯度在相应的卷积神经网络和多分支感知域模块的级联分支之间进行过加权，从而对特征的分模式消解进行抑制，以提高相应的卷积神经网络和多分支感知域模块的级联分支的分类特征的提取能力，从而相应地提高所述差分特征图分类结果的准确性。这样，能够通过待检测雨鞋的声学特征来对于所述雨鞋的防水性能进行评估检测，以避免传统工序由于长时间浸泡带来的检测时间过长的问题，并且还能够提高对于所述雨鞋防水性能检测的精准度。

[0074] 综上，基于本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机100被阐明，其首先计算未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图，然后，将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图，接着，计算分别将所述第一特征图和所述第二特征图通过多分支感知域模块得到的第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图，最后，将所述差分特征图通

过分类器以得到用于表示待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准的分类结果。通过这样的方式,可以缩短检测时间,提高雨鞋防水性能检测的精准度。

[0075] 如上所述,根据本申请实施例的所述用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机100可以实现在各种终端设备中,例如具有用于雨鞋生产的多角度防水监测算法的服务器等。在一个示例中,用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机100可以作为一个软件模块和/或硬件模块而集成到终端设备中。例如,该用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机100可以是该终端设备的操作系统中的一个软件模块,或者可以是针对于该终端设备所开发的一个应用程序;当然,该用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机100同样可以是该终端设备的众多硬件模块之一。

[0076] 替换地,在另一示例中,该用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机100与该终端设备也可以是分立的设备,并且用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机100可以通过有线和/或无线网络连接到该终端设备,并且按照约定的数据格式来传输交互信息。

[0077] 示例性方法

[0078] 图7图示了根据本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测方法的流程图。如图7所示,根据本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测方法,其包括:S110,获取未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号;S120,计算所述第一声音信号和所述第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图;S130,将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图,所述第一卷积神经网络和所述第二卷积神经网络具有相同的网络结构;S140,分别将所述第一特征图和所述第二特征图通过多分支感知域模块以得到第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图;S150,计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图;以及,S160,将所述差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准。

[0079] 图8图示了根据本申请实施例的用于雨鞋生产的多角度防水监测方法的系统架构的示意图。如图8所示,在所述用于雨鞋生产的多角度防水监测方法的系统架构中,首先,获取未被浸泡的待检测雨鞋的第一声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二声音信号;然后,计算所述第一声音信号和所述第二声音信号的时域增强图以得到第一时域增强图和第二时域增强图;接着,将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图,所述第一卷积神经网络和所述第二卷积神经网络具有相同的网络结构;然后,分别将所述第一特征图和所述第二特征图通过多分支感知域模块以得到第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图;接着,计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图;最后,将所述差分特征图通过分类器以得到分类结果,所述分类结果用于表示待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准。

[0080] 在一个具体示例中,在上述用于雨鞋生产的多角度防水监测方法中,所述将所述第一时域增强图和所述第二时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的孪生网络模型以得到第一特征图和第二特征图,包括:使用所述第一卷积神经网络的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述

第一卷积神经网络的最后一层输出所述第一特征图；以及，使用所述第二卷积神经网络的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行卷积处理、池化处理和非线性激活处理以由所述第二卷积神经网络的最后一层输出所述第二特征图。

[0081] 在一个具体示例中，在上述用于雨鞋生产的多角度防水监测方法中，所述分别将所述第一特征图和所述第二特征图通过多分支感知域模块以得到第一多尺度感知特征图和第二多尺度感知特征图，包括：将所述第一特征图和所述第二特征图分别输入所述多分支感知域模块的第一点卷积层以得到第一卷积特征图和第二卷积特征图；分别将所述第一卷积特征图和所述第二卷积特征图通过所述多分支感知域模块的第一分支感知域单元、第二分支感知域单元和第三分支感知域单元以得到第一分支感知特征图、第二分支感知特征图和第三分支感知特征图，以及第四分支感知特征图、第五分支感知特征图和第六分支感知特征图，其中，所述第一分支感知域单元、所述第二分支感知域单元和所述第三分支感知域单元具有并行结构；将所述第一分支感知特征图、所述第二分支感知特征图和所述第三分支感知特征图进行级联以得到第一融合感知特征图，以及将所述第四分支感知特征图、所述第五分支感知特征图和所述第六分支感知特征图进行级联以得到第二融合感知特征图；将所述第一融合感知特征图和所述第二融合感知特征图分别输入所述多分支感知域模块的第二点卷积层以得到第一通道校正融合感知特征图和第二通道校正融合感知特征图；以及，计算所述第一通道校正融合感知特征图和所述第一卷积特征图的按位置点加以得到所述第一多尺度感知特征图，以及计算所述第二通道校正融合感知特征图和所述第二卷积特征图的按位置点加以得到所述第二多尺度感知特征图。

[0082] 在一个具体示例中，在上述用于雨鞋生产的多角度防水监测方法中，所述分别将所述第一卷积特征图和所述第二卷积特征图通过所述多分支感知域模块的第一分支感知域单元、第二分支感知域单元和第三分支感知域单元以得到第一分支感知特征图、第二分支感知特征图和第三分支感知特征图，以及第四分支感知特征图、第五分支感知特征图和第六分支感知特征图，包括：将所述第一卷积特征图通过所述第一分支感知域单元的第一一维卷积层以得到第一一维卷积特征图；将所述第一一维卷积特征图通过具有第一空洞率的第一二维卷积层以得到所述第一分支感知特征图；将所述第一卷积特征图通过所述第二分支感知域单元的第二一维卷积层以得到第二一维卷积特征图；将所述第二一维卷积特征图通过具有第二空洞率的第二二维卷积层以得到所述第二分支感知特征图；将所述第一卷积特征图通过所述第三分支感知域单元的第三一维卷积层以得到第三一维卷积特征图；将所述第三一维卷积特征图通过具有第三空洞率的第三二维卷积层以得到所述第三分支感知特征图；将所述第二卷积特征图通过所述第四分支感知域单元的第四一维卷积层以得到第四一维卷积特征图；将所述第四一维卷积特征图通过具有第四空洞率的第四二维卷积层以得到所述第四分支感知特征图；将所述第二卷积特征图通过所述第五分支感知域单元的第五一维卷积层以得到第五一维卷积特征图；将所述第五一维卷积特征图通过具有第五空洞率的第五二维卷积层以得到所述第五分支感知特征图；将所述第二卷积特征图通过所述第六分支感知域单元的第六一维卷积层以得到第六一维卷积特征图；以及，将所述第六一维卷积特征图通过具有第六空洞率的第六二维卷积层以得到所述第六分支感知特征图。

[0083] 在一个具体示例中，在上述用于雨鞋生产的多角度防水监测方法中，所述第一空洞率、所述第二空洞率和所述第三空洞率相互不相等，所述第三空洞率、所述第四空洞率和



所述第五空洞率相互不相等。

[0084] 在一个具体示例中,在上述用于雨鞋生产的多角度防水监测方法中,所述计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图,进一步包括:使用如下公式计算所述第一多尺度感知特征图和所述第二多尺度感知特征图之间的差分特征图;其中,所述公式为:

$$[0085] \quad F_d = F_1 \ominus F_2$$

[0086] 其中, $F_d$ 表示所述差分特征图, $F_1$ 表示所述第一多尺度感知特征图, $F_2$ 表示所述第二多尺度感知特征图, $\ominus$ 表示按位置减法。

[0087] 在一个具体示例中,在上述用于雨鞋生产的多角度防水监测方法中,所述将所述差分特征图通过分类器以得到分类结果,进一步包括:使用所述分类器以如下公式对所述差分特征图进行处理以生成分类结果;其中,所述公式为: $\text{softmax}\{(M_c, B_c) | \text{Project}(F)\}$ ,其中, $\text{Project}(F)$ 表示将所述差分特征图投影为向量, $M_c$ 为全连接层的权重矩阵, $B_c$ 表示全连接层的偏向向量。

[0088] 在一个具体示例中,在上述用于雨鞋生产的多角度防水监测方法中,所述用于雨鞋生产的多角度防水监测方法,还包括:对所述孪生网络、所述多分支感知域模块和所述分类器进行训练;其中,所述对所述孪生网络、所述多分支感知域模块和所述分类器进行训练,包括:获取训练数据,所述训练数据包括未被浸泡的待检测雨鞋的第一训练声音信号和被浸泡且被擦干的所述待检测雨鞋的第二训练声音信号,以及,所述待检测雨鞋的防水性能是否满足预定标准的真实值;计算所述第一训练声音信号和所述第二训练声音信号的时域增强图以得到第一训练时域增强图和第二训练时域增强图;将所述第一训练时域增强图和所述第二训练时域增强图通过包含第一卷积神经网络和第二卷积神经网络的所述孪生网络模型以得到第一训练特征图和第二训练特征图,所述第一卷积神经网络和所述第二卷积神经网络具有相同的网络结构;分别将所述第一训练特征图和所述第二训练特征图通过所述多分支感知域模块以得到第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图;计算所述第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图之间的训练差分特征图;将所述训练差分特征图通过所述分类器以得到分类损失函数值;计算所述第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图的分模式消解抑制损失函数值;以及,以所述分模式消解抑制损失函数值和所述分类损失函数值的加权和作为损失函数值对所述孪生网络、所述多分支感知域模块和所述分类器进行训练。

[0089] 在一个具体示例中,在上述用于雨鞋生产的多角度防水监测方法中,所述计算所述第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图的分模式消解抑制损失函数值,进一步包括:其中,所述公式为:

$$[0090] \quad Loss = \exp(\|M_1 \ominus M_2\|_F) - \exp(\|V_1 \ominus V_2\|_2^2)$$

[0091] 其中 $V_1$ 和 $V_2$ 分别是所述第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图展开后得到的特征向量,且 $M_1$ 和 $M_2$ 分别是所述分类器对于所述第一训练多尺度感知特征图和所述第二训练多尺度感知特征图展开后得到的特征向量的权重矩阵, $\|\cdot\|_2^2$ 表示向量的二范数的平方, $\|\cdot\|_F$ 表示矩阵的F范数, $\ominus$ 表示按位置减法, $\exp(\cdot)$ 表示向量的指数运

算和矩阵的指数运算,所述向量的指数运算表示计算以向量中各个位置的特征值为幂的自然指数函数值,所述矩阵的指数运算表示计算以矩阵中各个位置的特征值为幂的自然指数函数值。

[0092] 这里,本领域技术人员可以理解,上述用于雨鞋生产的多角度防水监测方法中的各个步骤的具体操作已经在上面参考图1到图6的用于雨鞋生产的多角度防水监测的制鞋机的描述中得到了详细介绍,并因此,将省略其重复描述。

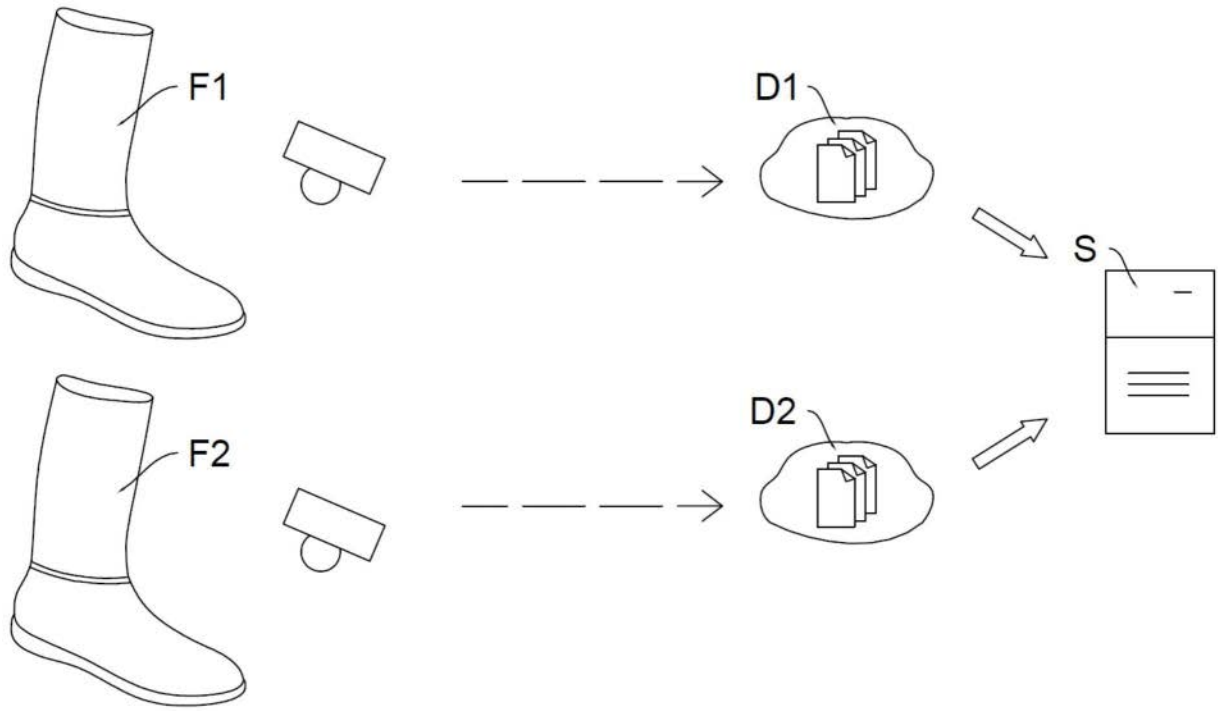


图1

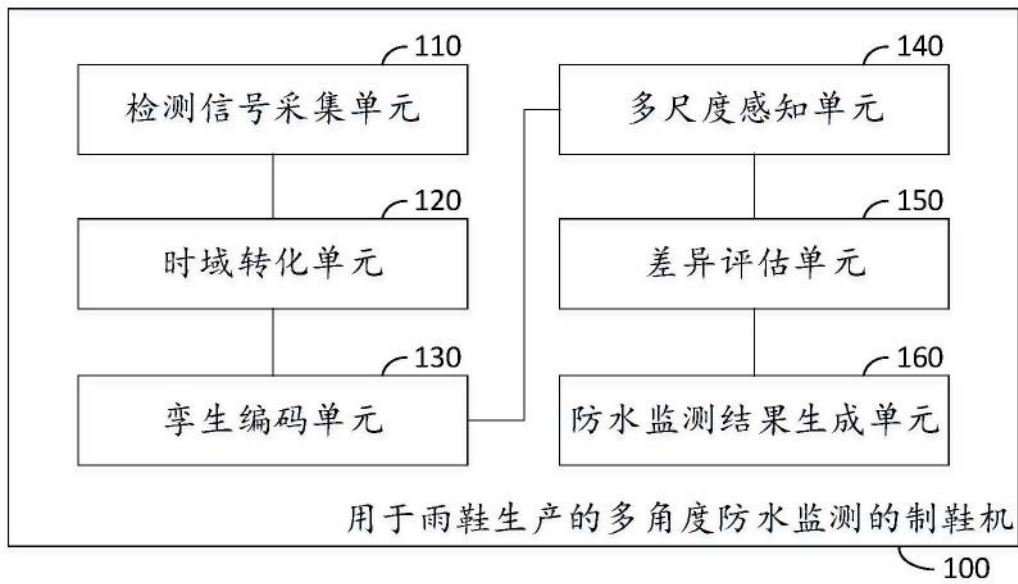


图2

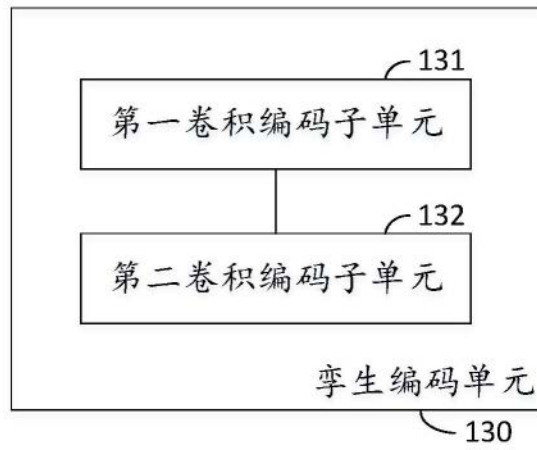


图3

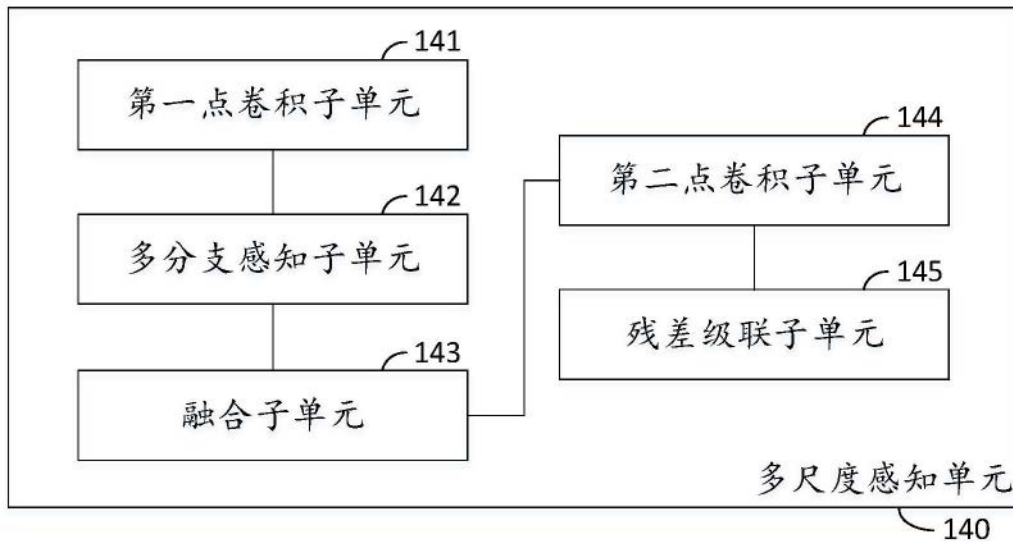


图4

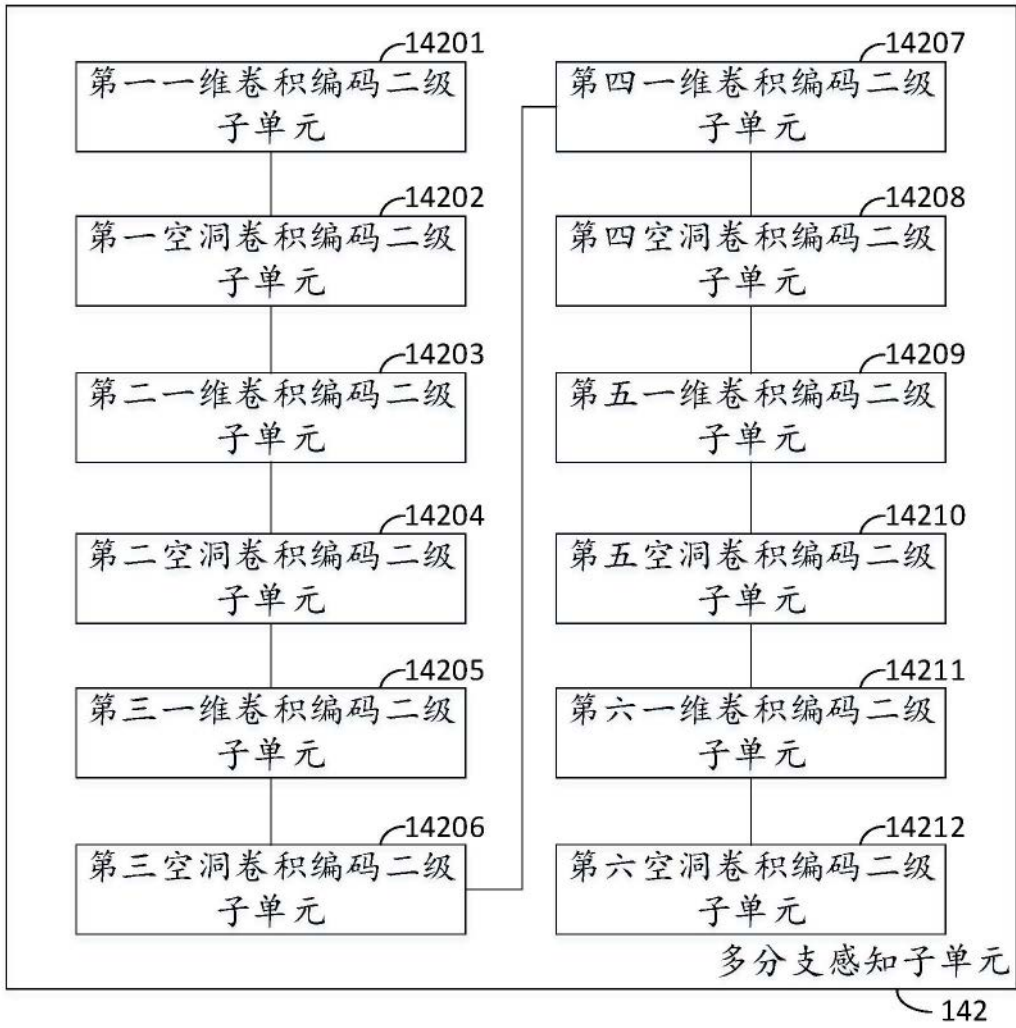


图5

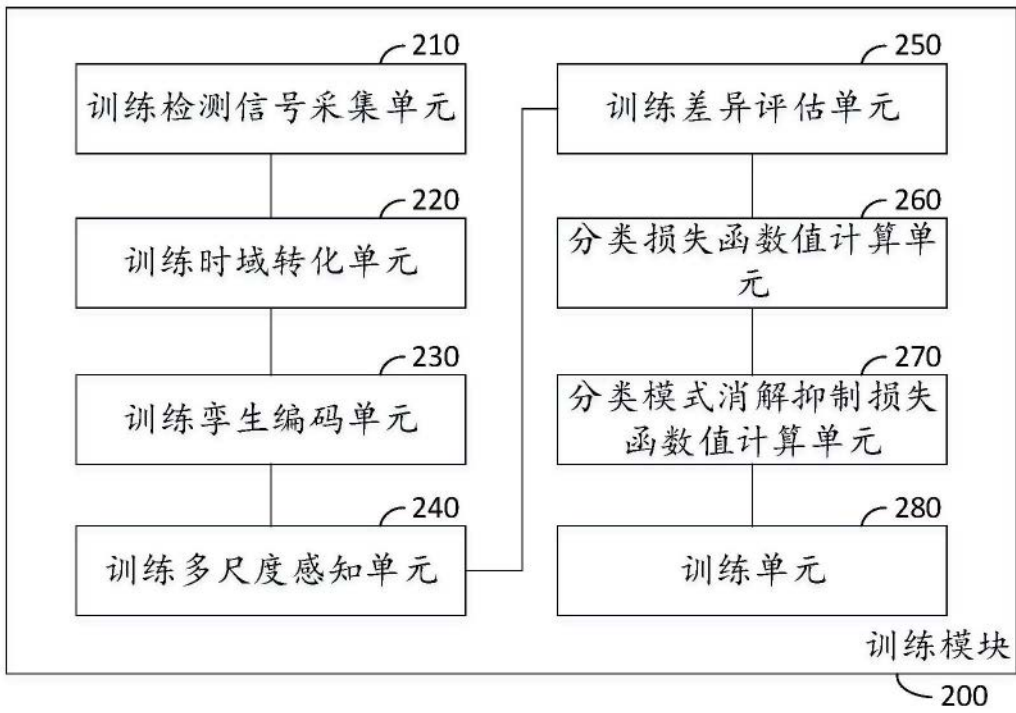


图6

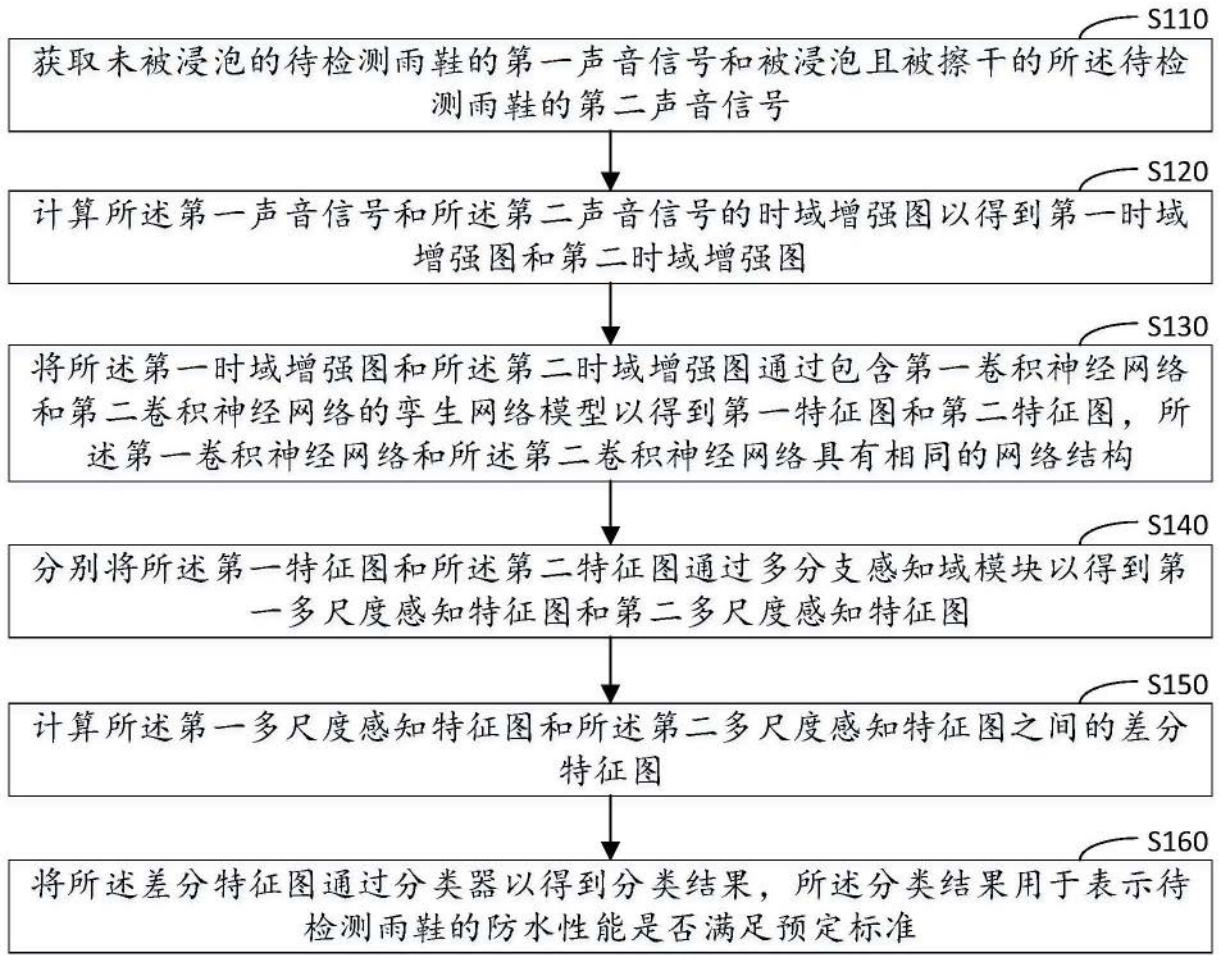


图7

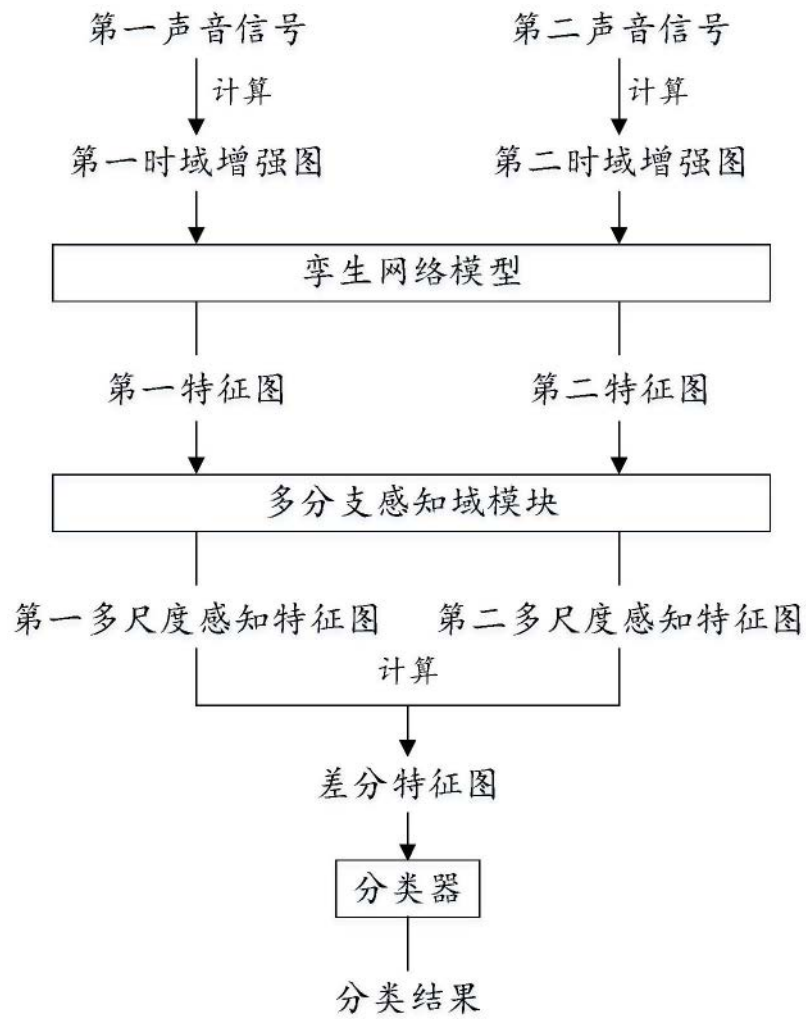


图8