



(21) 申请号 202310638876.8

G06F 18/25 (2023.01)

(22) 申请日 2023.05.31

G06Q 10/063 (2023.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116702000 A

(43) 申请公布日 2023.09.05

(73) 专利权人 深圳技术大学

地址 518118 广东省深圳市坪山区石井街
道兰田路3002号

(72) 发明人 雷天 占启华 黄秋月 刘云鹏

魏乐宇 宫磊 尹晓红 王燕燕
唐瑞雪(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事
务所(普通合伙) 44268

专利代理师 李可

(51) Int.Cl.

G06F 18/24 (2023.01)

(56) 对比文件

CN 115101147 A, 2022.09.23

US 2014114885 A1, 2014.04.24

CN 112710273 A, 2021.04.27

CN 108108766 A, 2018.06.01

CN 106878677 A, 2017.06.20

CN 102750824 A, 2012.10.24

CN 113932758 A, 2022.01.14

WO 2023025334 A1, 2023.03.02

胡益谦;赵丰.基于多传感器信息融合的路
面等级识别研究.车辆与动力技术.2017,(03),
全文.李英.基于多分类器DS证据理论融合的杂草
识别.电脑编程技巧与维护.2018,(02),全文.

审查员 刘洁

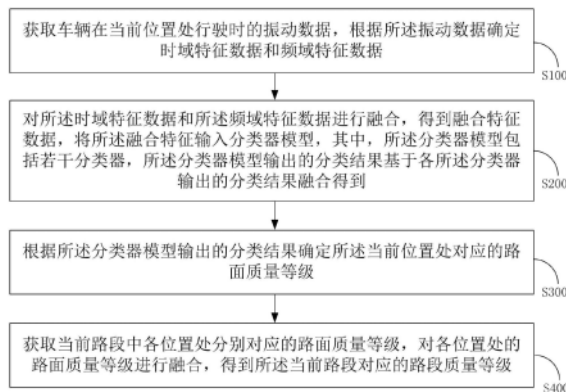
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于多层数据融合的路面质量动态监
测与评估方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法,通过获取车辆在当前位置处行驶时的振动数据,根据振动数据确定时域特征数据和频域特征数据;对时域特征数据和频域特征数据进行融合,得到融合特征数据,将融合特征输入分类器模型,分类器模型包括若干分类器,分类器模型的分类结果基于各分类器的分类结果融合得到;根据分类器模型的分类结果确定当前位置处的路面质量等级;获取当前路段中各位置处的路面质量等级,根据各位置处的路面质量等级确定当前路段的路段质量等级。有效解决了现有的道路质量检测方法难以同时兼顾时间、经济成本和监测精度,进而难以实现对路面质量等级的动态分析与评估的问题。



1. 一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法,其特征在于,所述方法包括:

获取车辆在当前位置处行驶时的振动数据,根据所述振动数据确定时域特征数据和频域特征数据;

对所述时域特征数据和所述频域特征数据进行融合,得到融合特征数据,将所述融合特征输入分类器模型,其中,所述分类器模型包括若干分类器,所述分类器模型输出的分类结果基于各所述分类器输出的分类结果融合得到;

根据所述分类器模型输出的分类结果确定所述当前位置处对应的路面质量等级;

获取当前路段中各位置处分别对应的路面质量等级,对各位置处的路面质量等级进行融合,得到所述当前路段对应的路段质量等级;

各所述分类器分别基于不同机器学习算法训练得到,各所述分类器输出的分类结果的融合方法包括:

获取若干类标记路面质量等级数据样本集分别对应的标记特征数据,将各类所述标记特征数据分别输入各所述分类器,得到各所述分类器对不同路面质量等级的识别准确率;

获取若干测试路面质量等级数据样本集,将各所述测试路面质量等级数据样本集在各所述分类器上分别进行识别,得到各所述分类器的识别结果;

根据各所述分类器的所述识别准确率和所述识别结果,确定各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度;

根据各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度,确定各所述分类器对不同路面质量等级的信度值;

通过DS理论融合规则和信度规则,基于各所述分类器的所述信度值对各所述分类器输出的分类结果进行融合,得到所述当前位置处的路面质量等级。

2. 根据权利要求1所述的基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法,其特征在于,根据所述振动数据确定时域特征数据和频域特征数据,包括:

将所述振动数据转换至世界坐标系中,得到标准振动数据,其中,所述标准振动数据为时域数据;

通过快速傅里叶变换将所述时域数据转换为频域数据;

分别对所述时域数据和所述频域数据进行特征提取,得到所述时域特征数据和所述频域特征数据。

3. 根据权利要求2所述的基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法,其特征在于,获取车辆在当前位置处行驶时的振动数据之后还包括:

对所述振动数据进行滤波降噪处理。

4. 根据权利要求1所述的基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法,其特征在于,根据各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度,确定各所述分类器对不同路面质量等级的信度值,包括:

对各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度进行归一化处理,得到各所述分类器对不同路面质量等级的所述信度值。

5. 根据权利要求1所述的基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法,其特征在于,对各位置处的路面质量等级进行融合,得到所述当前路段对应的路段质量等级,包

括：

获取各位置处分别对应的路面质量等级和路面长度；

获取所述当前路段对应的总路段长度；

计算各所述路面质量等级分别对应的总路面长度占所述总路段长度的比例；

根据各所述路面质量等级的所述比例，确定所述当前路段的路段质量等级。

6. 一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估装置，其特征在于，所述装置包括：

数据获取模块，用于获取车辆在当前位置处行驶时的振动数据，根据所述振动数据确定时域特征数据和频域特征数据；

分类融合模块，对所述时域特征数据和所述频域特征数据进行融合，得到融合特征数据，将所述融合特征输入分类器模型，其中，所述分类器模型包括若干分类器，所述分类器模型输出的分类结果基于各所述分类器输出的分类结果融合得到；

路面监测模块，用于根据所述分类器模型输出的分类结果确定所述当前位置处对应的路面质量等级；

路段监测模块，用于获取当前路段中各位置处分别对应的路面质量等级，对各位置处的路面质量等级进行融合，得到所述当前路段对应的路段质量等级；

各所述分类器分别基于不同机器学习算法训练得到，各所述分类器输出的分类结果的融合方法包括：

获取若干类标记路面质量等级数据样本集分别对应的标记特征数据，将各类所述标记特征数据分别输入各所述分类器，得到各所述分类器对不同路面质量等级的识别准确率；

获取若干测试路面质量等级数据样本集，将各所述测试路面质量等级数据样本集在各所述分类器上分别进行识别，得到各所述分类器的识别结果；

根据各所述分类器的所述识别准确率和所述识别结果，确定各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度；

根据各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度，确定各所述分类器对不同路面质量等级的信度值；

通过DS理论融合规则和信度规则，基于各所述分类器的所述信度值对各所述分类器输出的分类结果进行融合，得到所述当前位置处的路面质量等级。

7. 一种终端，其特征在于，所述终端包括有存储器和一个以上处理器；所述存储器存储有一个以上的程序；所述程序包含用于执行如权利要求1-5中任一所述的基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法的指令；所述处理器用于执行所述程序。

8. 一种计算机可读存储介质，其上存储有多条指令，其特征在于，所述指令适用于由处理器加载并执行，以实现上述权利要求1-5任一所述的基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法的步骤。

一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法

技术领域

[0001] 本发明涉及道路信息自动采集技术与道路养护检测技术领域,尤其涉及的是一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法。

背景技术

[0002] 随着公路建设的不断发展,中国公路的养护管理需求越来越大。公路质量的量化评估是公路养护管理部门实现道路资产管理的关键流程,是公路运输部门做出路面养护决策的重要依据。据统计,截止2022年,全国公路总里程已达528万公里,累计投入养护资金1.29万亿元。道路质量检测的方法和技术极大地影响着养护管理的效率和资金投入。

[0003] 传统的道路质量评价主要依靠道路平整度指标,依靠人工和手动的方式,借助断面检测车、颠簸累计仪等仪器对道路质量进行评估,例如利用惯性剖面仪在大范围的网络中进行IRI(国际粗糙度指数)的测量非常昂贵,路面轮廓数据收集和分析的成本可能高达每英里10美元。传统的方法存在监测效率低、过程复杂、时间及经济成本高的问题,难以实现道路质量的信息化管理。

[0004] 随着高精度传感技术和数据处理方法的发展,也有利用多传感器融合技术的数据采集方法,如利用激光扫描技术与视频处理技术来实现对道路质量信息的获取,这类方法虽然能够达到较高的监测精度,但是其时间成本和经济成本都非常高,难以保证信息获取的实时性与快速性,无法实现大范围的路段质量信息的动态获取。

[0005] 基于此,本发明提出了一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法,不仅成本低廉,配置要求低,抗干扰性强,而且能实现高精度,高效率,方便快捷地对路面质量等级进行动态分析与评估。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法,旨在解决现有的道路质量检测方法难以同时兼顾时间、经济成本和监测精度,进而难以实现对路面质量等级的动态分析与评估的问题。

[0007] 本发明解决问题所采用的技术方案如下:

[0008] 第一方面,本发明实施例提供一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法,其中,所述方法包括:

[0009] 获取车辆在当前位置处行驶时的振动数据,根据所述振动数据确定时域特征数据和频域特征数据;

[0010] 对所述时域特征数据和所述频域特征数据进行融合,得到融合特征数据,将所述融合特征输入分类器模型,其中,所述分类器模型包括若干分类器,所述分类器模型输出的分类结果基于各所述分类器输出的分类结果融合得到;

[0011] 根据所述分类器模型输出的分类结果确定所述当前位置处对应的路面质量等级;

[0012] 获取当前路段中各位置处分别对应的路面质量等级,根据各位置处的路面质量等

级确定所述当前路段对应的路段质量等级。

[0013] 在一种实施方式中,根据所述振动数据确定时域特征数据和频域特征数据,包括:

[0014] 将所述振动数据转换至世界坐标系中,得到标准振动数据,其中,所述标准振动数据为时域数据;

[0015] 通过快速傅里叶变换将所述时域数据转换为频域数据;

[0016] 分别对所述时域数据和所述频域数据进行特征提取,得到所述时域特征数据和所述频域特征数据。

[0017] 在一种实施方式中,获取车辆在当前位置处行驶时的振动数据之后还包括:

[0018] 对所述振动数据进行滤波降噪处理。

[0019] 在一种实施方式中,各所述分类器分别基于不同机器学习算法训练得到,各所述分类器输出的分类结果的融合方法包括:

[0020] 获取各所述分类器对不同路面质量等级的信度值;

[0021] 通过DS理论融合规则和信度规则,基于各所述分类器的所述信度值对各所述分类器输出的分类结果进行融合,得到所述当前位置处的路面质量等级。

[0022] 在一种实施方式中,获取各所述分类器对不同路面质量等级的信度值,包括:

[0023] 获取若干类标记路面质量等级数据样本集分别对应的标记特征向量,将各类所述标记特征向量分别输入各所述分类器,得到各所述分类器对不同路面质量等级的识别准确率;

[0024] 获取若干测试路面质量等级数据样本集,将各所述测试路面质量等级数据样本集在各所述分类器上分别进行识别,得到各所述分类器的识别结果;

[0025] 根据各所述分类器的所述识别准确率和所述识别结果,确定各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度;

[0026] 根据各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度,确定各所述分类器对不同路面质量等级的信度值。

[0027] 在一种实施方式中,根据各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度,确定各所述分类器对不同路面质量等级的信度值,包括:

[0028] 对各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度进行归一化处理,得到各所述分类器对不同路面质量等级的所述信度值。

[0029] 在一种实施方式中,根据各位置处的路面质量等级确定所述当前路段对应的路段质量等级,包括:

[0030] 获取各位置处分别对应的路面质量等级和路面长度;

[0031] 获取所述当前路段对应的总路段长度;

[0032] 计算各所述路面质量等级分别对应的总路面长度占所述总路段长度的比例;

[0033] 根据各所述路面质量等级的所述比例,确定所述当前路段的路段质量等级。

[0034] 第二方面,本发明实施例还提供一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估装置,其中,所述装置包括:

[0035] 数据获取模块,用于获取车辆在当前位置处行驶时的振动数据,根据所述振动数据确定时域特征数据和频域特征数据;

[0036] 分类融合模块,对所述时域特征数据和所述频域特征数据进行融合,得到融合特

征数据,将所述融合特征输入分类器模型,其中,所述分类器模型包括若干分类器,所述分类器模型输出的分类结果基于各所述分类器输出的分类结果融合得到;

[0037] 路面监测模块,用于根据所述分类器模型输出的分类结果确定所述当前位置处对应的路面质量等级;

[0038] 路段监测模块,用于获取当前路段中各位置处分别对应的路面质量等级,对各位置处的路面质量等级进行融合,得到所述当前路段对应的路段质量等级。

[0039] 第三方面,本发明实施例还提供一种终端,其中,所述终端包括有存储器和一个以上处理器;所述存储器存储有一个以上的程序;所述程序包含用于执行如上述任一所述的基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法的指令;所述处理器用于执行所述程序。

[0040] 第四方面,本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质,其上存储有多条指令,其中,所述指令适用于由处理器加载并执行,以实现上述任一所述的基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法的步骤。

[0041] 本发明的有益效果:本发明实施例通过获取车辆在当前位置处行驶时的振动数据,根据振动数据确定时域特征数据和频域特征数据;对时域特征数据和频域特征数据进行融合,得到融合特征数据,将融合特征输入分类器模型,分类器模型包括若干分类器,分类器模型输出的分类结果基于各分类器的分类结果融合得到;根据分类器模型输出的分类结果确定当前位置处的路面质量等级;获取当前路段中各位置处的路面质量等级,根据各位置处的路面质量等级确定当前路段的路段质量等级。有效解决了现有的道路质量检测方法难以同时兼顾时间、经济成本和监测精度,进而难以实现对路面质量等级的动态分析与评估的问题。

附图说明

[0042] 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中记载的一些实施例,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。

[0043] 图1是本发明实施例提供的基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法的基础流程示意图。

[0044] 图2是本发明实施例提供的基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法的详细流程示意图。

[0045] 图3是本发明实施例提供的基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估装置的模块示意图。

[0046] 图4是本发明实施例提供的终端的原理框图。

具体实施方式

[0047] 本发明公开了一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法,为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下参照附图并举实施例对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0048] 本技术领域技术人员可以理解,除非特意声明,这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是,本发明的说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件,但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组。应该理解,当我们称元件被“连接”或“耦接”到另一元件时,它可以直接连接或耦接到其他元件,或者也可以存在中间元件。此外,这里使用的“连接”或“耦接”可以包括无线连接或无线耦接。这里使用的措辞“和/或”包括一个或多个相关联的列出项的全部或任一单元和全部组合。

[0049] 本技术领域技术人员可以理解,除非另外定义,这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语),具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是,诸如通用字典中定义的那些术语,应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义,并且除非像这里一样被特定定义,否则不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0050] 针对现有技术的上述缺陷,本发明提供一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法,如图1所示,所述方法包括:

[0051] 步骤S100、获取车辆在当前位置处行驶时的振动数据,根据所述振动数据确定时域特征数据和频域特征数据;

[0052] 步骤S200、对所述时域特征数据和所述频域特征数据进行融合,得到融合特征数据,将所述融合特征输入分类器模型,其中,所述分类器模型包括若干分类器,所述分类器模型输出的分类结果基于各所述分类器输出的分类结果融合得到;

[0053] 步骤S300、根据所述分类器模型输出的分类结果确定所述当前位置处对应的路面质量等级;

[0054] 步骤S400、获取当前路段中各位置处分别对应的路面质量等级,根据各位置处的路面质量等级确定所述当前路段对应的路段质量等级。

[0055] 具体地,本实施例的目的是提出一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估的新方法,为道路信息管理系统及道路养护管理部门制定养护管理决策提供科学依据。本实施例是通过采集车辆在当前位置处行驶时的振动数据来确定路面质量等级,振动数据可以包括传感器所处空间坐标系的三轴加速度、三轴角速度信息以及对应的时间和位置信息。为了增强路面质量等级分类的准确度,本实施例需要提取振动数据分别在时域和频域上的特征数据,然后再将两种特征数据进行融合得到融合特征数据,以增强对路面质量等级的评估效果。然后将融合特征数据输入分类器模型,分类器模型中包括有多个分类器,通过融合各分类器的分类结果得到分类器模型输出的分类结果,即当前位置处的路面质量等级。这种多分类器融合的方式可以有效提高分类器模型的准确性和可靠性。最后通过融合一个路段中各位置处的路面质量等级得到路段质量等级。本实施例在保证数据采集的时效性的基础上能够实现对道路质量的动态监测与评估,并且能够达到较高的识别精度,准确反映车辆的振动数据与路面质量等级之间的对应关系,为道路养护部门质量管理策略提供决策参考。

[0056] 在一种实现方式中,车辆的振动数据的采集方法可以为:利用搭载有惯性测量单元、高精度GPS感知设备和通信模块的数据采集设备传输车辆运动过程中的加速度数据和位置信息。

[0057] 在一种实现方式中,根据所述振动数据确定时域特征数据和频域特征数据,包括:
 [0058] 将所述振动数据转换至世界坐标系中,得到标准振动数据,其中,所述标准振动数据为时域数据;

[0059] 通过快速傅里叶变换将所述时域数据转换为频域数据;

[0060] 分别对所述时域数据和所述频域数据进行特征提取,得到所述时域特征数据和所述频域特征数据。

[0061] 具体地,如图2所示,为了维持数据在采集过程中的一致性和完整性,本实施例首先需要将获取到的振动数据从设备的标准坐标系转换到世界坐标系中,转换后即得到标准振动数据。由于传感器收集到的振动信号通常为时间序列,因此本实施中获取的标准振动数据是时域数据,可以对时域数据进行特征提取,得到振动数据在时域上的特征数据。然后再使用快速傅里叶变换(FFT)的方法将时域数据转换为频域数据,对频域数据进行特征提取,得到振动数据在频域上的特征数据。

[0062] 在一种实现方式中,所述振动数据为加速度数据,本实施例采用的坐标系转换方法具体包括:

[0063] 使用欧拉角对三维的加速度数据进行重定向,欧拉角将某一参考框架的空间方向表示为三个正交元素旋转的组合,包括绕X轴旋转的角度称为俯仰角,记为 α ,绕Y轴旋转的角度称为翻滚角,记为 β ;绕Z轴旋转的角度称为方位角,记为 γ 。理想条件下,当汽车在平坦的路面上静止时,根据牛顿定律加速度值为:

[0064] $\alpha_x = 0\text{m/s}^2, \alpha_y = 9.81\text{m/s}^2, \alpha_z = 0\text{m/s}^2$

[0065] 第一步,将加速度数据的Z轴与车辆的Z轴对齐,首先通过公式(1)和(2)计算出三个欧拉角中的两个:

$$[0066] \quad \alpha = \tan^{-1} \left(\frac{a_y}{a_z} \right) (1)$$

$$[0067] \quad \beta = \tan^{-1} \left(\frac{-a_x}{\sqrt{a_y^2 + a_z^2}} \right) (2)$$

[0068] 第二步,将加速度数据的X轴和Y轴与车辆的Z轴对齐,当 α 和 β 被计算出后,使用公式(3)实现第一步的坐标轴变换:

$$[0069] \quad \begin{bmatrix} \dot{a}_x \\ \dot{a}_y \\ \dot{a}_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & \sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\beta & 0 & \cos\beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & -\sin\alpha \\ 0 & \sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{bmatrix} (3)$$

[0070] 本实施例通过将加速度数据的Z轴与车辆对齐,可以从动力学状态估计方位角 γ 。当车辆在直线上快速制动或加速时,它在行驶方向上经历了相当大的加速度,而在其他水平方向上没有加速度。因此可以利用这样一个减速或加速事件,将第一步重定向的加速度数据的分量在水平面上的方向作为车辆的行驶方向,建立加速度数据与车辆行驶方向之间的关系。从这个条件出发,可以用式(4)计算方位角 γ ,再使用式(5)完成坐标系的转换。

$$[0071] \quad \gamma = \tan^{-1} \left(\frac{a'_x}{a'_y} \right) (4)$$

$$[0072] \quad \begin{bmatrix} a'_x \\ a'_y \\ a'_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\gamma & -\sin\gamma & 0 \\ \sin\gamma & \cos\gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{bmatrix} (5)$$

[0073] 在一种实现方式中,获取车辆在当前位置处行驶时的振动数据之后还包括:

[0074] 对所述振动数据进行滤波降噪处理。

[0075] 具体地,如图2所示,为了排除与道路质量无关的行驶条件的影响,如车辆车型、传感器误差和车辆加减速行为,本实施例还需要对采集到的振动数据进行滤波降噪处理。

[0076] 在一种实现方式中,滤波降噪处理具体包括:

[0077] 采用一阶低通滤波降噪的方法对车辆垂直加速度数据进行降噪处理,计算原理如式(6)所示,其中X为输入,Y为滤波后得到的输出值;本次的输出结果主要取决于上次的滤波输出值,其中a是滤波系数,它决定新采样值在本次滤波结果中所占的权重。

$$[0078] \quad Y(n) = \alpha * X(n) + (1 - \alpha) * Y(n-1) \quad (6)$$

[0079] 在一种实现方式中,各所述分类器分别基于不同机器学习算法训练得到,各所述分类器输出的分类结果的融合方法包括:

[0080] 获取各所述分类器对不同路面质量等级的信度值;

[0081] 通过DS理论融合规则和信度规则,基于各所述分类器的所述信度值对各所述分类器输出的分类结果进行融合,得到所述当前位置处的路面质量等级。

[0082] 具体地,本实施例基于D-S证据理论和置信度将使用不同种类的机器学习算法训练出的分类器的分类结果进行融合,得到当前位置处的路面质量等级的评估结果。从而弥补单个分类器固有模式对不同路面质量等级识别不均衡的问题,提升了分类器模型的识别准确率。

[0083] 在一种实现方式中,获取各所述分类器对不同路面质量等级的信度值,包括:

[0084] 获取若干类标记路面质量等级数据样本集分别对应的标记特征数据,将各类所述标记特征数据分别输入各所述分类器,得到各所述分类器对不同路面质量等级的识别准确率;

[0085] 获取若干测试路面质量等级数据样本集,将各所述测试路面质量等级数据样本集在各所述分类器上分别进行识别,得到各所述分类器的识别结果;

[0086] 根据各所述分类器的所述识别准确率和所述识别结果,确定各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度;

[0087] 根据各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度,确定各所述分类器对不同路面质量等级的信度值。

[0088] 具体地,车辆振动数据经过数据预处理以后可以提取出表征不同路面质量等级的特征值。设 F_i ($i=1,2,\dots,n$) 分别表示不同的分类器模型。将 j ($j=1,2,\dots,m$) 类标记出的路面质量等级数据样本集的特征数据分别输入到不同的分类器中,求得 i 类分类器对 j 类路面质量等级的识别准确率为 P_{ij} 。然后获取测试用的测试路面质量等级数据样本,在 n 种分类器上分别进行识别,得到的识别结果为 R_i ($R_i=1$ 或 $R_i=0$),当 $R_i=1$,表示识别结果是第 j 类路

面质量等级；当 $R_i=0$ 时，表示识别结果不是j类路面质量等级。然后通过全概率公式初步得到i类分类器对j类路面质量等级识别结果的支持度，支持度的计算公式如式(7)所示，其中，P表示识别准确率，R代表识别结果：

$$[0089] \quad m_{ij} = P_{ij} \times R_i + (1 - P_{ij}) \times (1 - R_i) \quad (7)$$

[0090] 在一种实现方式中，根据各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度，确定各所述分类器对不同路面质量等级的信度值，包括：

[0091] 对各所述分类器对不同路面质量等级的识别结果的支持度进行归一化处理，得到各所述分类器对不同路面质量等级的所述信度值。

[0092] 具体地，本实施例根据基本概率分配在识别框架幂集上的各分类器模型的信度之和等于1的原则对支持度进行归一化处理，归一化后的公式如式(8)所示：

$$[0093] \quad m_{ij} = \frac{P_{ij} \times R_i + (1 - P_{ij}) \times (1 - R_i)}{\sum_{i=1} P_{ij} \times R_i + (1 - P_{ij}) \times (1 - R_i)} \quad (8)$$

[0094] 在一种实现方式中，通过DS理论融合规则和信度规则对各分类器的分类结果进行合成的公式如式(9)所示，式中k表示多个独立证据 $m_1, m_2, m_3, \dots$ 的冲突程度，如式(10)所示：

$$[0095] \quad m(A) = \frac{1}{1 - k} \sum_{A_1 \cap A_2 \cap A_3 \dots = A} m_1(A_1) m_2(A_2) m_3(A_3) \dots \quad (9)$$

$$[0096] \quad k = \sum_{A_1 \cap A_2 \cap A_3 \dots = \emptyset} m_1(A_1) m_2(A_2) m_3(A_3) \dots \quad 1 - \sum_{A_1 \cap A_2 \cap A_3 \dots \neq \emptyset} m_1(A_1) m_2(A_2) m_3(A_3) \dots \quad (10)$$

[0097] 在一种实现方式中，对各位置处的路面质量等级进行融合，得到所述当前路段对应的路段质量等级，包括：

[0098] 获取各位置处分别对应的路面质量等级和路面长度；

[0099] 获取所述当前路段对应的总路段长度；

[0100] 计算各所述路面质量等级分别对应的总路面长度占所述总路段长度的比例；

[0101] 根据各所述路面质量等级的所述比例，确定所述当前路段的路段质量等级。

[0102] 具体地，获取到连续路段上各处路面的路面质量等级后，以路段上不同路面质量等级的路面长度之和占总路段长度之和的比例为主要判断变量，结合实地调查与专家咨询确定模糊规则，将路段质量划分为若干等级，例如良好，较差和极差三个等级，然后通过模糊综合评价方法实现对道路路段质量的评估。可以理解的是，不同等级的路段质量对应不同比例分布的路面质量等级。此外，本实施例还可以对城市道路网的路段质量等级进行推理分析，根据实时收集到的车辆振动信息，评估获得数据采集覆盖范围内的路网的道路质量等级分布情况，从而为交通管理和道路养护部门制定公路养护政策和道路维护行为提供决策依据。

[0103] 基于上述实施例，本发明还提供了一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估装置，如图3所示，所述装置包括：

[0104] 数据获取模块01，用于获取车辆在当前位置处行驶时的振动数据，根据所述振动数据确定时域特征数据和频域特征数据；

[0105] 分类融合模块02，对所述时域特征数据和所述频域特征数据进行融合，得到融合

特征数据,将所述融合特征输入分类器模型,其中,所述分类器模型包括若干分类器,所述分类器模型输出的分类结果基于各所述分类器输出的分类结果融合得到;

[0106] 路面监测模块03,用于根据所述分类器模型输出的分类结果确定所述当前位置处对应的路面质量等级;

[0107] 路段监测模块04,用于获取当前路段中各位置处分别对应的路面质量等级,根据各位置处的路面质量等级确定所述当前路段对应的路段质量等级。

[0108] 基于上述实施例,本发明还提供了一种终端,其原理框图可以如图4所示。该终端包括通过系统总线连接的处理器、存储器、网络接口、显示屏。其中,该终端的处理器用于提供计算和控制能力。该终端的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该终端的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法。该终端的显示屏可以是液晶显示屏或者电子墨水显示屏。

[0109] 本领域技术人员可以理解,图4中示出的原理框图,仅仅是与本发明方案相关的部分结构的框图,并不构成对本发明方案所应用于其上的终端的限定,具体的终端可以包括比图中所示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的部件布置。

[0110] 在一种实现方式中,所述终端的存储器中存储有一个以上的程序,且经配置以由一个以上处理器执行所述一个以上程序包含用于进行基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法的指令。

[0111] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读取存储介质中,该计算机程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,本发明所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用,均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器(RAM)或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限,RAM以多种形式可得,诸如静态RAM(SRAM)、动态RAM(DRAM)、同步DRAM(SDRAM)、双数据率SDRAM(DDRSDRAM)、增强型SDRAM(ESDRAM)、同步链路(Synchlink) DRAM(SLDRAM)、存储器总线(Rambus)直接RAM(RDRAM)、直接存储器总线动态RAM(DRDRAM)、以及存储器总线动态RAM(RDRAM)等。

[0112] 综上所述,本发明公开了一种基于多层数据融合的路面质量动态监测与评估方法,所述方法通过获取车辆在当前位置处行驶时的振动数据,根据振动数据确定时域特征数据和频域特征数据;对时域特征数据和频域特征数据进行融合,得到融合特征数据,将融合特征输入分类器模型,分类器模型包括若干分类器,分类器模型输出的分类结果基于各分类器的分类结果融合得到;根据分类器模型输出的分类结果确定当前位置处的路面质量等级;获取当前路段中各位置处的路面质量等级,根据各位置处的路面质量等级确定当前路段的路段质量等级。有效解决了现有的道路质量检测方法难以同时兼顾时间、经济成本和监测精度,进而难以实现对路面质量等级的动态分析与评估的问题。

[0113] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保

护范围。

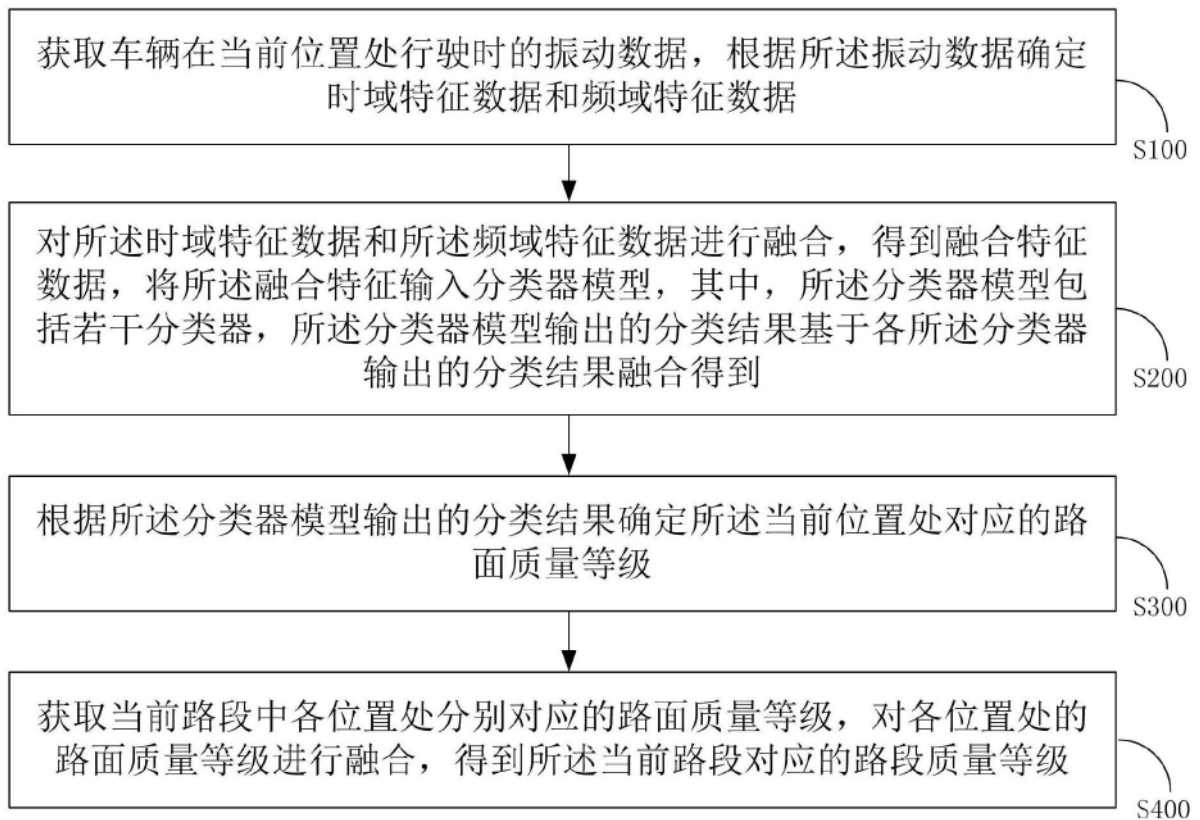


图1

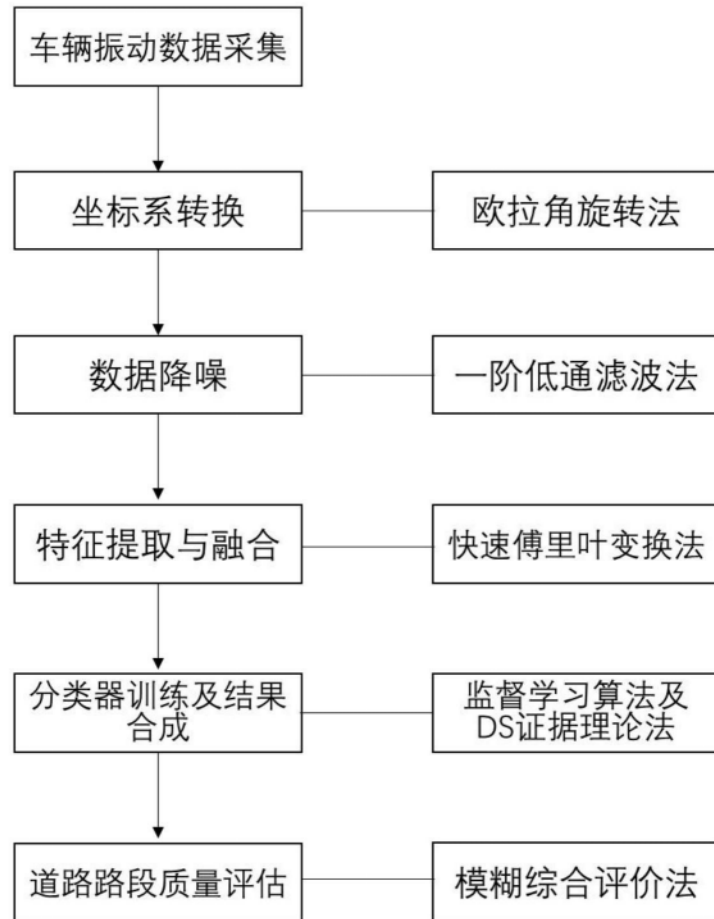


图2

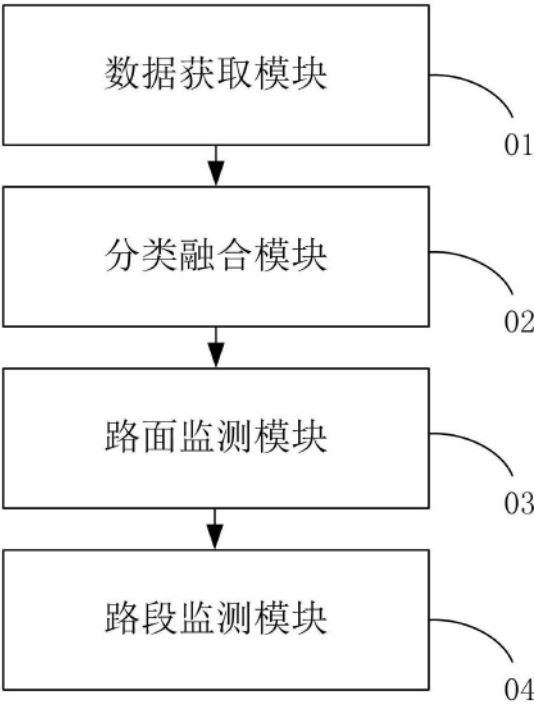


图3

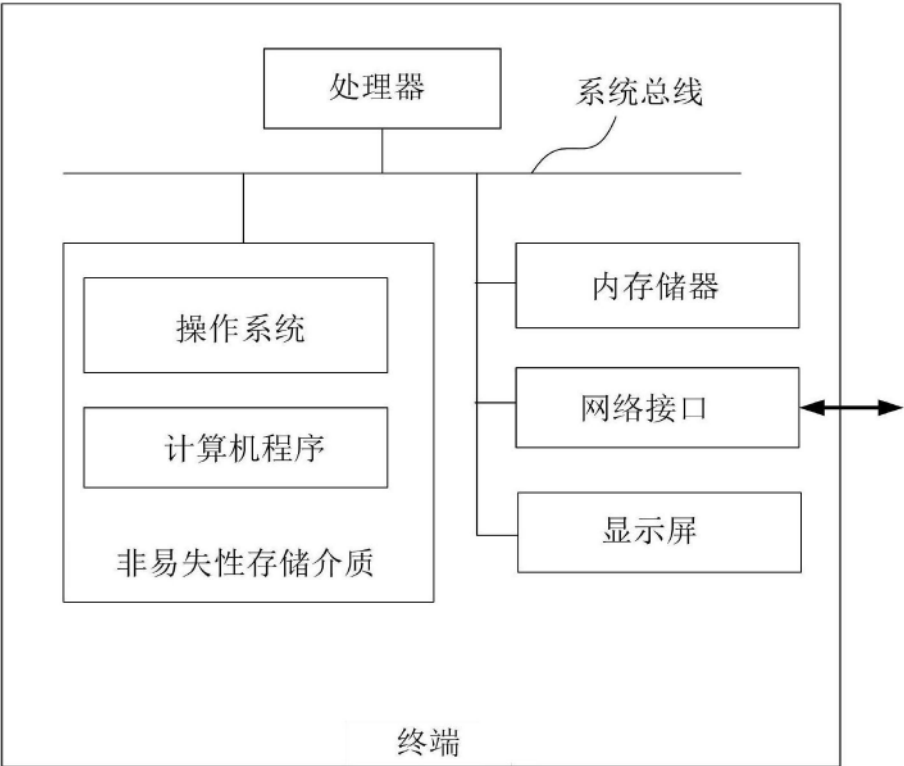


图4