



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105473409 B

(45)授权公告日 2019.07.12

(21)申请号 201580001638.X

(22)申请日 2015.06.09

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105473409 A

(43)申请公布日 2016.04.06

(30)优先权数据
102014008500.7 2014.06.09 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.02.22

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/001157 2015.06.09

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/188929 EN 2015.12.17

(73)专利权人 尼拉动力公司
地址 瑞典林雪平

(72)发明人 托马斯·斯万特森

里卡尔德·卡尔森

安德斯·斯文森 马丁·林德弗斯

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291

代理人 黄志华 李欣

(51)Int.Cl.
B60W 40/12(2012.01)
B60C 23/20(2006.01)
G01M 17/02(2006.01)

(56)对比文件
US 2004225423 A1,2004.11.11,
EP 0970823 A2,2000.01.12,
WO 2005005175 A1,2005.01.20,
EP 1510427 A2,2005.03.02,参见说明书
[0031]-[0062]段,图1-7.

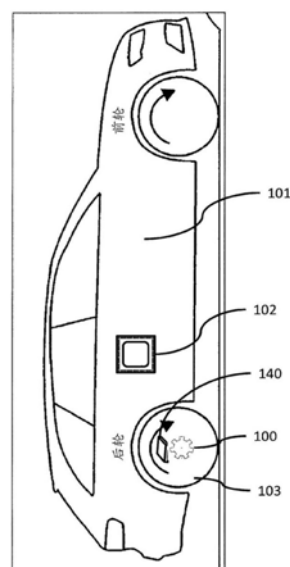
审查员 邹爱敏

权利要求书1页 说明书7页 附图9页

(54)发明名称
轮胎分类

(57)摘要

一种基于从包括在车辆中的传感器接收到的至少一个传感器信号而确定安装在驾驶车辆的车轮上的轮胎类别的系统和方法。



1. 一种确定安装在驾驶车辆的车轮上的轮胎的轮胎类别的方法,所述方法包括:
获得估计的一组车辆性能参数,其中,所述车辆性能参数基于从包括在所述车辆中的传感器接收到的至少一个传感器信号而确定;
基于所述一组车辆性能参数确定轮胎类别,
其特征在于,
所述车辆性能参数基于以下而确定:
指示用于至少一个车轮的单个轮胎纵向刚度的传感器数据或者指示用于至少一个车轮的单个轮胎反纵向刚度的传感器数据,以及
指示环境温度的传感器数据和/或指示用于至少一个车轮的单个轮胎温度的传感器数据。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述轮胎类别基于所述一组车辆性能参数和预定关系来确定,其中,所述预定关系表示车辆性能参数值与相应的预定车辆性能参数值阈值的比较。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中,轮胎类别包括指示以下几者的数据:
 - 从一组轮胎类型中选择的轮胎类型,所述一组轮胎类型包括夏季轮胎、四季型轮胎、冬季轮胎和杯状轮胎,和/或
 - 车轮的轮缘尺寸,和/或
 - 压力振动灵敏度。
4. 根据权利要求1所述的方法,还包括以下步骤:
基于所确定的轮胎类别,控制以下包括在所述车辆中的系统中的至少一者:牵引力控制系统、电子稳定程序系统、主动式悬架系统、防抱死制动系统或胎压监测系统。
5. 一种估计安装在驾驶车辆的车轮上的轮胎的轮胎类别的系统,所述系统包括:
第一传感器,所述第一传感器被配置成传送作为传感器信号的指示用于至少一个车轮的单个轮胎纵向刚度的传感器数据或者指示用于至少一个车轮的单个轮胎反纵向刚度的传感器数据,
第二传感器,所述第二传感器被配置成传送作为传感器信号的指示环境温度的传感器数据和/或指示用于至少一个车轮的单个轮胎温度的传感器数据;
鉴别器(102),所述鉴别器(102)被配置成:
从所述第一传感器和所述第二传感器接收所述传感器信号;
基于接收到的所述传感器信号来确定估计的一组车辆性能参数;
基于所估计的所述一组车辆性能参数来确定轮胎类别。
6. 根据权利要求5所述的系统,其中,所述鉴别器(102)被配置成基于所述一组车辆性能参数和预定关系来确定轮胎类别,其中,所述预定关系表示车辆性能参数值与相应的预定车辆性能参数值阈值的比较。
7. 根据权利要求5或6所述的系统,其中,所述第一传感器包括位于车轮上的转速传感器、通用转速传感器、车轮加速度传感器中的至少一者。

轮胎分类

技术领域

[0001] 本公开通常涉及确定安装在车辆的车轮上的轮胎的轮胎类别,并且例如涉及用于确定安装在车辆上的轮胎类型的系统、方法和计算机程序产品。

背景技术

[0002] 现代车包括电子控制系统或车辆处理系统,例如牵引力控制系统(traction control system,TCS)、电子稳定程序(Electronic Stability Program,ESP)、主动式悬架系统、或防抱死制动系统(Anti-lock braking system,ABS)。除了这些主动控制系统之外,还存在车辆驾驶员安全信息系统,例如,道路摩擦力指示器和免传感器胎压监测系统,例如间接式胎压监测系统(indirect tire pressure monitoring system,iTPMS),其将关于驾驶状况的信息显示给驾驶员。

[0003] 所有的上述系统受益于关于一组大量的估计或测量的车辆性能参数的知识,所述性能参数例如轮胎气压、轮胎纵向刚度、环境温度、轮胎温度、车轮共振频率、承载的车辆负载、转弯时的轮胎半径变化以及依赖速度的车轮振动。

发明内容

[0004] 本发明的目的是改善车辆的控制系统、处理系统和驾驶员信息系统操作运算所针对的数据基础,并且由此改善这些系统的性能、特别是车辆处理控制系统的性能,如轮胎压力指示器(tire pressure indicator,TPI)、牵引力控制系统(traction control system,TCS)、电子稳定程序(Electronic Stability Program, ESP)、主动式悬架系统或防抱死制动系统(Anti-lock braking system,ABS)。

[0005] 为了解决该目的,本发明提供了用于确定如在独立权利要求中所限定的驾驶车辆的车轮上安装的轮胎的轮胎类别的方法、系统和计算机程序产品。其优选的实施方式在从属权利要求中以及说明书和附图中限定。

[0006] 本发明涉及用于估计轮胎类别的技术,其利用从传感器得到的信号,所述传感器例如轮速传感器或车轮加速度传感器。例如,使用来自ABS系统的轮速传感器和/或来自车辆的内部数据总线(如FlexRay/CAN总线)的信号提供了经济的方式来执行轮胎分类确定,这因为这些ABS系统属于当今的绝大多数轿车和卡车的标准设备。

附图说明

[0007] 现在,本发明的实施方式通过参考附图将更详尽地进行说明,其中:

[0008] 图1示意性示出驾驶车辆,所述驾驶车辆包括传感器和处理器或鉴别器102;

[0009] 图2示意性示出了轮速传感器的示意图;

[0010] 图3示意性示出了基于由处理器或鉴别器所使用以确定安装在驾驶车辆的车轮上的轮胎的轮胎类别的预定关系的示例性结果;

[0011] 图4示意性示出了基于预定关系的示例性结果,所述预定关系包括:推导函数或车

辆性能参数值估计关系和一个或多个判定边界；

[0012] 图5示意性示出了确定安装在驾驶车辆的车轮上的轮胎的轮胎类别的方法的实施方式；

[0013] 图6示出了用于估计的轮胎反纵向刚度(inverse tire longitudinal stiffness) 和环境温度的示例性车辆性能参数值；

[0014] 图7示出应用到来自中型车辆的估计的车辆性能参数的预定关系的示例性实施方式；

[0015] 图8A和图8B示出轮缘尺寸确定/估计的示例性结果；

[0016] 图9示出轮胎压力振动灵敏度确定/估计的示例性结果。

具体实施方式

[0017] 通常,用于确定安装在驾驶车辆的车轮上的轮胎的轮胎类别或轮胎性能的本发明是基于从安装在或包括在车辆中的传感器的传感器信号得到的一组估计的车辆性能参数,所述传感器信号如轮速传感器信号和/或车轮加速度传感器信号。估计的车辆性能参数是通过包括在车辆中的控制电子器件或处理器或鉴别器102而得到。

[0018] 所得到的估计的车辆性能参数值可以由处理器或鉴别器102获得(例如从可通信地耦合到处理器或鉴别器102的存储器而将其重获)或从可通信地耦合到处理器或鉴别器102和所述传感器的驾驶车辆的内部数据总线获得。驱动传感器数据总线可支持选择车载网络通信协议,该通信协议如FlexRay、控制器局域网CAN和时间触发协议TTP,如将为本领域的技术人员所理解的。

[0019] 用于生成可用在本发明中的传感器信号的传感器选择以下传感器中的至少一者,例如,轮速传感器、车轮加速度传感器、3D驾驶车辆位置传感器、驾驶车辆速度传感器、车轮加速度传感器、车轮/轮胎压力传感器、驾驶车辆偏航速率(yaw rate)传感器、引擎扭矩传感器、车轮轴线扭矩传感器、悬架(相关的) 传感器、车轮温度传感器和环境温度传感器。合适的传感器的类型包括,例如,超声波传感器、麦克风、激光传感器、轴高度传感器、任何其它模拟距离传感器、将位移转换成电压的震波检测仪、或者例如轮胎内压力/加速度计传感器。

[0020] 可以用在本发明中的传感器数据选择以下传感器数据中的至少一者,例如,指示用于至少一个车轮的单个轮胎纵向刚度的传感器数据、指示用于至少一个车轮的单个轮胎反纵向刚度的传感器数据、指示环境温度的传感器数据、指示用于至少一个车轮的单个轮胎温度的传感器数据、指示用于至少一个车轮的单个车轮/轮胎压力的传感器数据、指示例如由于车辆的负载而作用于所述至少一个轮胎的至少一者上的悬架压力和/或力的传感器数据、指示例如用于在转弯期间至少一个车轮的单个车轮半径变化的传感器数据、指示例如在各种驱动车辆速度下用于至少一个车轮的单个车轮振动的传感器数据、指示用于至少一个车轮的单个轮速的传感器数据、指示用于至少一个车轮的单个车轮加速度的传感器数据、指示涉及至少一个轮胎的悬架高度信息的传感器数据、指示作用于至少一个轮胎上的悬架刚度的传感器数据、指示作用于至少一个轮胎上的悬架装置的延伸和/或高度的当前和未来控制测量中的至少一者的传感器数据、指示驾驶车辆的半主动或主动悬架控制系统的操作的传感器数据、指示车辆的横向加速度和纵向加速度中的至少一者的传感器数据

(例如,包括至少一个X、Y、Z 位置;在车辆上的辊和/或齿距信息;例如,从所谓的三维惯性测量单元 (three-dimensional inertial measurement unit,3DIMU) 所获得的)、指示车辆的偏航速率的传感器数据、指示车辆的速度的传感器数据、指示车辆的方向盘的方向盘转角的传感器数据、指示车辆的至少一个头灯的定位、定向和发射方向的至少一者的传感器数据、指示车辆的驾驶状况 (特别是制动状况) 的传感器数据、指示车辆的制动系统正在工作中的传感器数据 (例如,制动有效标志 (brake active flag))、指示制动压力的传感器数据、指示车辆的至少一个主动控制装置是在工作中的传感器数据、指示车辆的引擎的引擎扭矩的传感器数据、指示作用于至少一个轮胎上的扭矩的传感器数据、指示涉及到至少一个轮胎的车轮滑移的传感器数据、指示至少一个车轮的牵引力的传感器数据、指示车辆的引擎的引擎速度的传感器数据、以及指示车辆的换挡正在进行中的传感器数据。

[0021] 图1示意性示出了以具有四个车轮103 (具有安装的轮胎) 的汽车的形式的驾驶车辆101。所述车辆包括传感器100和传感器140,传感器100和传感器140 被配置成测量并将作为传感器信号的测量数据或传感器数据发送给处理器或鉴别器102。

[0022] 处理器或鉴别器102被进一步配置为基于所述传感器信号中的至少一者而估计或获得一组车辆性能参数,并基于所述估计的车辆性能参数和至少一个预定关系来确定轮胎类别。

[0023] 车辆还包括内部数据总线,内部数据总线可通信地耦合到至少所述传感器 100和传感器140以及处理器或鉴别器102并配置成与可通信地耦合到内部数据总线的单元来回传送数据。驱动传感器数据总线可支持选择包括FlexRay、控制器局域网CAN和时间触发协议TTP的车载网络通信协议的至少一者。

[0024] 该车辆可以是具有至少一个与地面接触的车轮的任何轮式车辆,如汽车、货车、卡车、摩托车等。用于获得传感器信号的传感器可以是任何传感器类型,该传感器响应于指示轮胎类别的车轮/轮胎的运动。如上所述,传感器可以是任何通用轮速传感器和/或车轮加速度传感器。优选地,防抱死制动系统 (ABS) 的轮速传感器用在一个实施方式中,这是因为当今这种ABS传感器已经安装在所有车辆中。轮速传感器为本领域技术人员所熟知。

[0025] 图2示出了示例性轮速传感器100的示意图,所述轮速传感器100包括例如在这种情况下具有七个相同的齿的齿轮210。传感器组件220分别定位和布置成,每当齿轮的齿 (轮齿) 通过传感器时产生传感器信号。所述传感器100可以是光学传感器、磁传感器 (例如,霍尔传感器) 或任何其它可想到类型的传感器。传感器产生电信号,所述电信号通过电线或无线传输而被输送到处理器或鉴别器单元102以待进一步处理。在图2的示例中,在所述齿轮的一个完整的旋转期间,总共生成七个传感器信号。

[0026] 关于车轮加速度,可以使用能够确定车轮的加速度的任意一个或多个传感器。

[0027] 上述预定的关系可以包括一个或多个判定边界,如阈值。

[0028] 图3示出了由处理器或鉴别器102所使用以确定安装在驾驶车辆的车轮上的轮胎的轮胎类别的这种预定关系。根据本发明的实施方式,处理器或鉴别器 102可以通过评估预定关系来确定轮胎分类,所述评估预定关系是比较车辆性能参数值311、312、313与预定车辆性能参数值阈值320、330。例如,车辆性能参数值311、312、313可以指示车轮的轮胎纵向刚度 (或其估计) 和/或环境温度。在涉及轮胎纵向刚度的车辆性能参数值的情况下,优选使用指示轮胎反纵向刚度或其估计的车辆性能参数值。

[0029] 例如,仅使用指示所估计的轮胎反纵向刚度和温度的车辆性能参数值,可以确定轮胎是夏季轮胎还是冬季轮胎。例如,通过在较长的驾驶时间期间上线性回归模型和平均(例如,以确定平均值),可以估计反纵向刚度。该结果可以通过加权各种因素(例如,温度)进一步估计。

[0030] 正如图3所示,针对车辆性能参数值低于第一阈值330,则确定轮胎类别“冬季轮胎”;针对车辆性能参数值等于或高于第一阈值330并且低于第二阈值320,则确定轮胎类别“四季型”;以及针对车辆性能参数值等于或高于第二阈值320,则确定轮胎类别“夏季”。

[0031] 另外或作为替代,车辆性能参数值可以使用预定车辆性能参数值估计关系来估计。车辆性能参数值估计关系可以通过基于训练数据集来监督学习而获得,其中,训练数据集包括预定传感器数据和预定车辆性能参数值,如将被本领域的技术人员所理解的。

[0032] 这由显示了预定关系400的图4所示出,所述预定关系包括推导函数或车辆性能参数值估计关系和一个或多个判定边界,其中,车辆性能参数值估计关系和判定边界是基于训练数据集410和训练数据集420而确定。对于训练数据集,传感器数据、估计的车辆性能参数值和轮胎类别是已知的,并且已知为监督学习的过程可以基于训练数据集而应用,其中,所述训练数据集包括预定传感器信号数据和预定车辆性能参数值。

[0033] 当驾驶车辆由用户操作时,则与安装在驾驶车辆的车轮上的轮胎的轮胎类别相关的信息或数据作为来自位于车辆(例如在车轮处)中的传感器的传感器信号被处理器或鉴别器102接收。基于所接收到的传感器信号,处理器或鉴别器102估计可以被保存在存储器中或存储到非易失性存储器中的一组车辆性能参数值。然后,处理器或鉴别器102可基于所估计的一组车辆性能参数值和预定关系来确定安装在所述车辆的车轮上的轮胎的轮胎类别。

[0034] 图5示出确定安装在驾驶车辆的车轮上的轮胎的轮胎类别的方法的一个或多个实施方式的流程图,所述方法包括:

[0035] 步骤510:获得估计的一组车辆性能参数,其中,至少基于从包括在所述车辆中的传感器接收的传感器信号来估计所述车辆性能参数。

[0036] 步骤520:基于估计的一组车辆性能参数与预定关系,确定轮胎类别。

[0037] 在非限制性的示例中,得到了一组车辆性能参数值,其包括估计的轮胎反纵向刚度和温度。如温度、环境温度、轮胎温度或环境温度和轮胎温度的组合可以被使用。为了获得环境温度,可以使用已经安装在车辆中的相应的温度传感器。可以使用环境温度本身,或可以使用环境温度来估计轮胎的温度,其中所述轮胎温度然后用于车辆性能参数值。实际的轮胎温度可以与环境温度不同,例如,在高的车速(例如跑道、德国高速公路)和/或车辆正在移动的相当温暖或寒冷表面。因此,优选使用轮胎温度。进一步可以设想使用从轮胎温度和环境温度的组合/融合产生的温度值(例如通过加权)。在下文中,术语“温度”表示环境温度、轮胎温度或轮胎和环境温度的组合/融合。

[0038] 轮胎类别通过将所估计的车辆性能参数与包括预定判定边界(诸如阈值)的预定关系的比较来确定。例如,轮胎反纵向刚度值高于第一阈值并且温度值高于第二阈值被确定为冬季轮胎。轮胎反纵向刚度值低于第一阈值并且温度值低于第二阈值被确定为冬季轮胎。这在显示了用于估计的轮胎反纵向刚度和环境温度的示例性车辆性能参数值的图6中被示出。在图6中,斜虚线表示边界,其中,具有在边界的左边的所估计的轮胎反纵向刚度和

温度的车辆性能参数值表示夏季轮胎,以及具有在边界的右边的所估计的轮胎反纵向刚度和温度的车辆性能参数值表示冬季轮胎。

[0039] 正如轮胎是限制处理、加速度和减速/制动的道路运行车辆的重要组成部分,它也是主动车辆处理系统以提高性能的重要输入。例如,当在夏季轮胎、冬季轮胎、杯状轮胎、小轮缘、大轮缘、新轮胎或磨损轮胎上操作时,车辆的行为可以改变。甚至围绕轨道驾驶的具有相同轮胎的车辆将开始表现不同,这由于轮胎磨损和主动车辆处理系统需要理想地适于并弥补该改变的行为。为此,该方法还包括以下可选步骤:

[0040] 步骤530:基于所确定的轮胎类别,控制选择包括在所述车辆中的系统中以下几者中的至少一者,例如,牵引力控制系统、电子稳定程序系统、主动式悬架系统、防抱死制动系统或胎压监测系统。

[0041] 一组车辆性能参数可以包括选择以下几者中的至少一者,例如,轮胎气压、(反的和/或估计的)轮胎纵向刚度、环境温度、轮胎温度、车轮的共振频率、承载的车辆负载、在转弯时轮胎半径变化以及依赖于速度的车轮振动。

[0042] 在非限制性的示例,轮胎类别可以包括指示或表明轮胎类型的数据,轮胎类型例如夏季轮胎、四季型轮胎、冬季轮胎或杯状轮胎。

[0043] 在非限制性的示例中,在高于预定阈值的估计的轮胎纵向刚度值的情况下,可以确定表示轮胎类型(例如杯状轮胎)的轮胎类别。

[0044] 在一个或多个实施方式中,轮胎类别可以包括指示或表示轮缘尺寸(例如 12至26英寸的轮缘)的数据。

[0045] 在非限制性的示例中,在估计的轮胎纵向刚度值高于预定第一阈值并且低于第二预定阈值的情况下,可以确定轮缘尺寸(以英寸为单位)(例如,21英寸)。

[0046] 在一个或多个实施方式中,轮胎类别可以包括指示轮胎压力振动灵敏度的数据。

[0047] 在非限制性的示例中,估计的轮胎压力值可以基于轮胎压力振动灵敏度值来补偿,以实现轮胎压力的改进的估计。

[0048] 在非限制性的示例中,传感器信号可以是来自位于车轮上的转速传感器的轮速信号,该轮速信号指示车辆的轮速的与时间有关的行为。

[0049] 在非限制性的示例中,传感器信号可以从位于车辆的车轮上的加速计传感器而获得,该传感器信号指示车辆的车轮加速度的与时间有关的行为。

[0050] 在非限制性的示例中,一组车辆性能参数可从驱动传感器数据总线获得,其中,所述驱动传感器数据总线支持选择车载网络通信协议,如FlexRay、控制器区域网络(CAN)和时间触发的协议(TTP)。

[0051] 在示例性实施方式中,轮胎类别包括表示轮胎类型的数据。轮胎类型可以是夏季轮胎、冬季轮胎、杯状轮胎或四季型轮胎。这些不同类型的轮胎在处理性、舒适性和噪声方面彼此不同。为了有效地区分这些类型的轮胎,进行分类方法。

[0052] 为此,多种不同的车辆性能参数被调研,例如,(反)轮胎纵向刚度、温度、车轮共振频率、估计的负载、转弯时的车轮半径的变化、在各种速度期间的车轮振动行为和直接测量的轮胎压力。

[0053] 牵引力与纵向滑移相关。在牵引力相对于滑移线性增大的理想化关系中,则当滑移很大时接近峰值并且下降到某一静态值。在常规驾驶时,大约线性近似为0是合适的。滑

移很少增加至更大的值,并且当它确实增大到更大的值时,估计算法可被简单地关闭。

[0054] 线性模型可以表达如下:

$$[0055] \quad \mu = k_s s \quad (1)$$

[0056] 其中, μ 是标准化牵引力, s 是滑移,以及 k_s 是滑移斜率(slip-slope)或纵向轮胎刚度。

[0057] 更明确地说, $\mu = \frac{F_{trac}}{N_{tire}}$ 是由车轮上的动力传动所产生的牵引力和施加在车轮上的标称力的比。滑移 s 定义为 $s = \frac{\omega R - v}{v}$,其中, ω 是车轮转速, R 是(标称的)轮胎滚动半径以及 v 为纵向速度。请注意,此模型坚持假定车轮滑移很小,并且车辆不在过于尖锐的曲线中行进。

[0058] 例如,通过前轮驱动(Front-Wheel Drive,FWD)车辆,速度 v 可以通过观看后轮转速来估计。然后,用于后轮的牵引力 μ 是0。然而,在前轮滚动半径和后轮滚动半径之间可以存在不一致,该不一致创建了偏移 δ 。其变为:

$$[0059] \quad \mu = k_s (s - \delta), \quad (2)$$

[0060] 并且现在 k_s 和 δ 均需要被估计。这可以被再形成为:

$$[0061] \quad s = \frac{1}{k_s} \mu + \delta \quad (3)$$

[0062] 可以通过简单方法从其开始估计,简单方法例如最小二乘线性回归。在下文中, $1/k_s$ 用于夏季轮胎或冬季轮胎分类或确定轮胎类别。

[0063] 正如已经指出的,两个有影响的变量是所估计的轮胎反纵向刚度和温度。仅通过这两个变量,可以相当准确地确定轮胎是夏季轮胎还是冬季轮胎。

[0064] 在较长一段时间期间计算反纵向刚度的平均值。在图7中,示出了示例性结果。

[0065] 在示例性实施方式中,轮胎类别可以包括表示轮胎磨损的数据。车辆轮胎在一定的驾驶量之后磨损。这是常态行为。然而,在某些情况下,轮胎可能比通常更快速地磨损,例如,冬季轮胎在温暖的环境温度(例如,高于15°C)下驾驶的情况下。如基于车辆性能参数所确定的轮胎类可用于检测轮胎的磨损,并当环境温度高时,轮胎磨损可在车辆控制和信息系统(如iTPMS系统)中考虑。

[0066] 在示例性的实施方式中,轮胎类别可以包括表示轮缘尺寸的数据。轮缘尺寸可以通过例如回归(例如利用支持向量回归量)被确定(或至少被估计)。对于轮缘尺寸确定,可以设想使用指示以下几者的一个或多个车辆性能参数:指示大约15Hz(例如10Hz-15Hz)和大约45Hz(例如30Hz-60Hz)的信号频谱能量,以及轮(该轮的轮缘尺寸是所期望的)的所估计的振动频率。以下表格显示了在轮速信号中的示例性光谱模式,其中10Hz-15Hz(所谓的15Hz)和30Hz-60Hz(所谓的45Hz)的光谱能量被使用。

[0067]

0-10	10-15	15-30	30-60	60-80	80-100	100-
速度模式1; 噪音模式2; 噪音模式3; 噪音						

[0068] 所谓的45Hz的振动模式能量对轮缘尺寸灵敏。所谓的15Hz和所谓的45Hz

[0069] 的振动模式能量二者对道路起伏不平 and 轮缘尺寸灵敏,但所谓的15Hz的振

[0070] 动模式能量对轮缘尺寸不灵敏。因此,来自所谓的15Hz和45Hz模式的信号

[0071] 频谱能量的信息的组合移除了道路粗糙度水平的影响,并提高了轮缘尺寸确

[0072] 定。此外,发现围绕所谓的45Hz模式的绝对车轮振动频率也受到轮缘尺寸

[0073] 影响。滑移斜率(可能被温度标准化)也可被考虑。

[0074] 例如,遵循应用赤池信息准则(Akaike Information Criterion,AIC),交叉验证被应用到所使用的数据上。另外,可以使用例如以二次函数形式的非线性。为了考虑噪声(这可能是显著的),更高的非线性可被排除。

[0075] 图8A和图8B示出使用用于分类和回归的支持向量机(Support Vector Machine,SVM)的轮缘尺寸估计的示例性结果。在这两种情况下,SVM回归被用来确定或至少估计轮缘尺寸。使用的特征是15Hz和45Hz能量以及45Hz 振动频率以及针对温度标准化的滑移斜率(的对数)。另外,在两种情况下,X 轴表示回归的轮缘值(以英寸为单位)以及Y轴表示实际轮缘尺寸(以英寸为单位)。

[0076] 在另一示例性的附加或替换的实施方式中,轮胎类别可以为表示轮胎压力振动灵敏度的数据。还影响了iTPMS的功能性的轮胎特征是轮胎振动频率对压力变化有多灵敏。其对于能够计算这种灵敏性和提高iTPMS的功能性是有用的。有些轮胎比其它轮胎更强烈响应于轮胎压力的变化。其对于知道在某些情况下轮胎是如何对压力变化作出反应可能是有用的,以便当针对轮胎是否具有不准确的膨胀压力而作出决定时知道如何一起加权不同的信号。例如,轮胎类别可基于15Hz和45Hz的信号能量和振动频率以及振动频率展延来确定。例如,遵循应用赤池信息准则(Akaike Information Criterion,AIC),交叉验证被应用到所使用的数据。为了补偿数据的非线性,可以利用单独二次加法(singly quadratic addition)选择数据组。

[0077] 图9示出了使用iTPMS和回归的轮胎压力振动灵敏度确定/估计的示例性结果。在这两种情况下,x轴表示回归压力振动灵敏度值(以Hertz为单位)以及 y轴表示实际压力振动灵敏度(以Hertz为单位)。

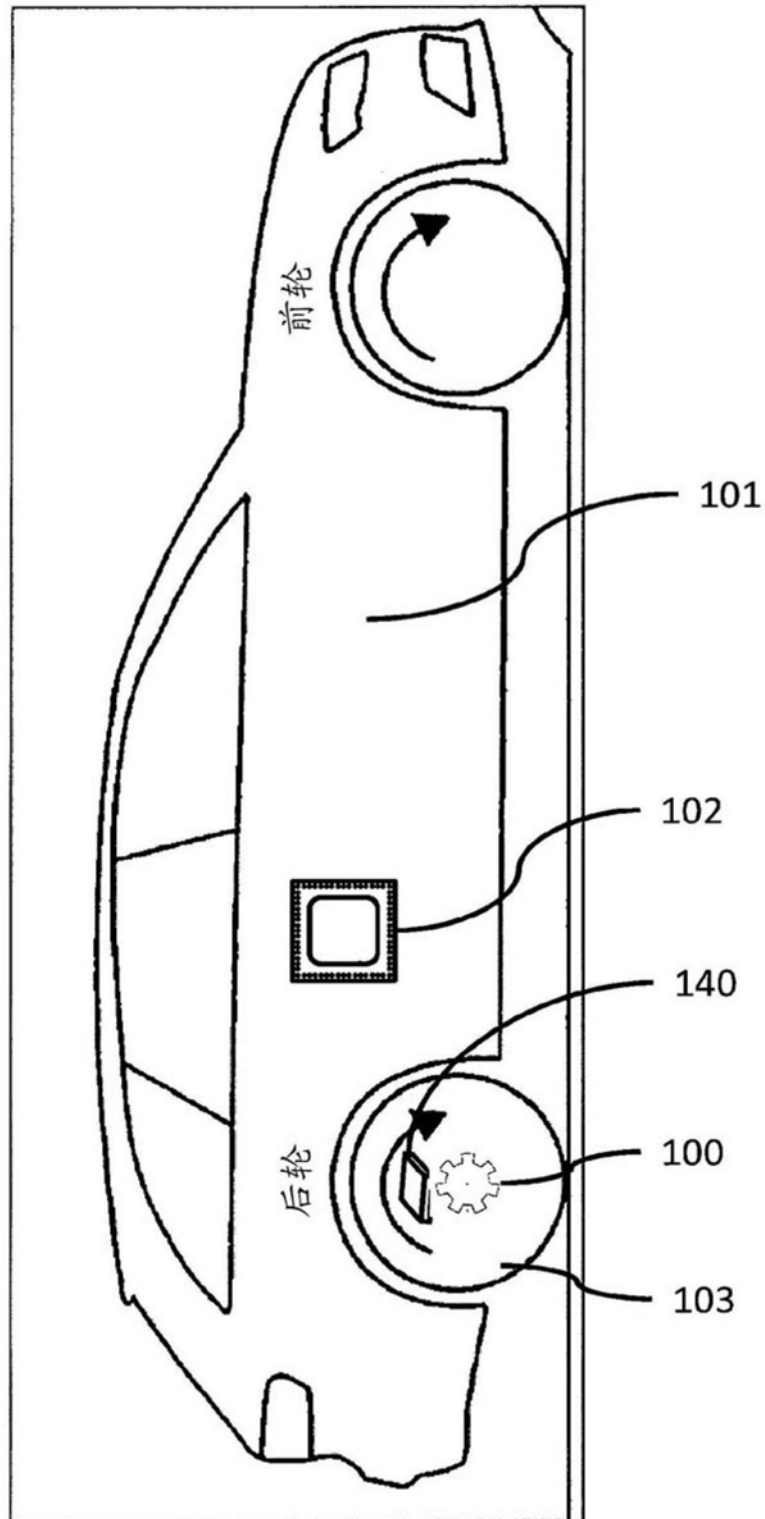


图1

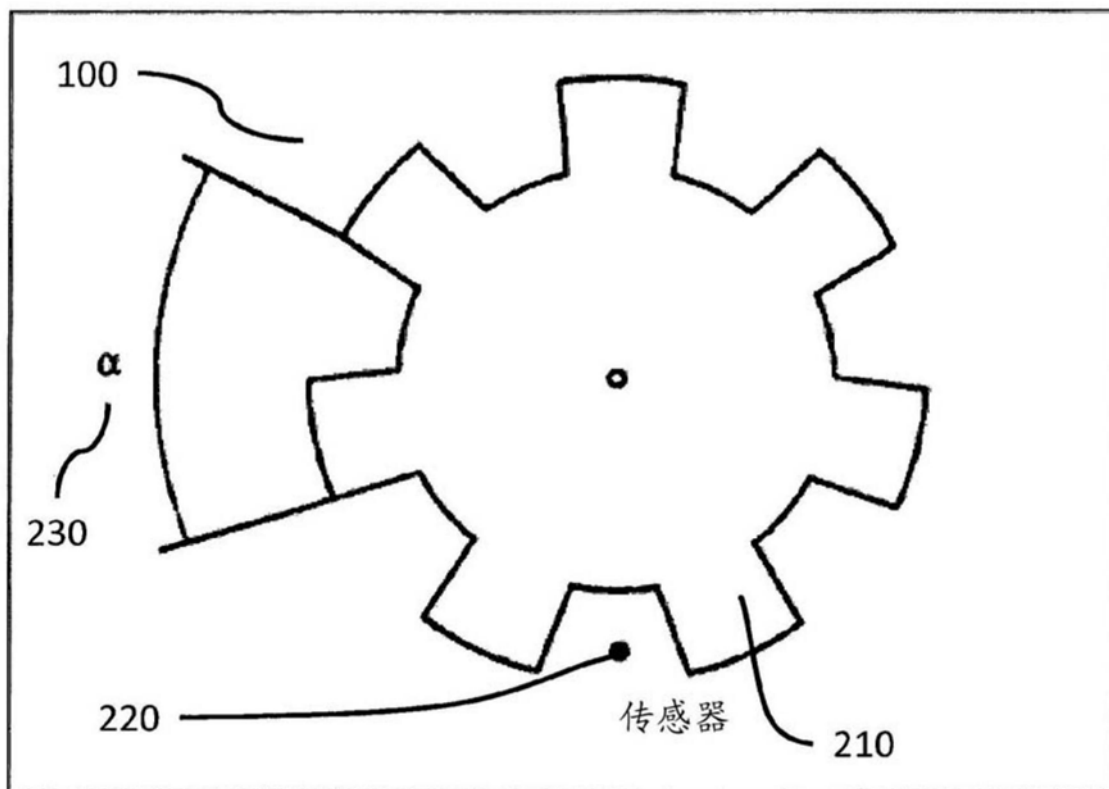


图2

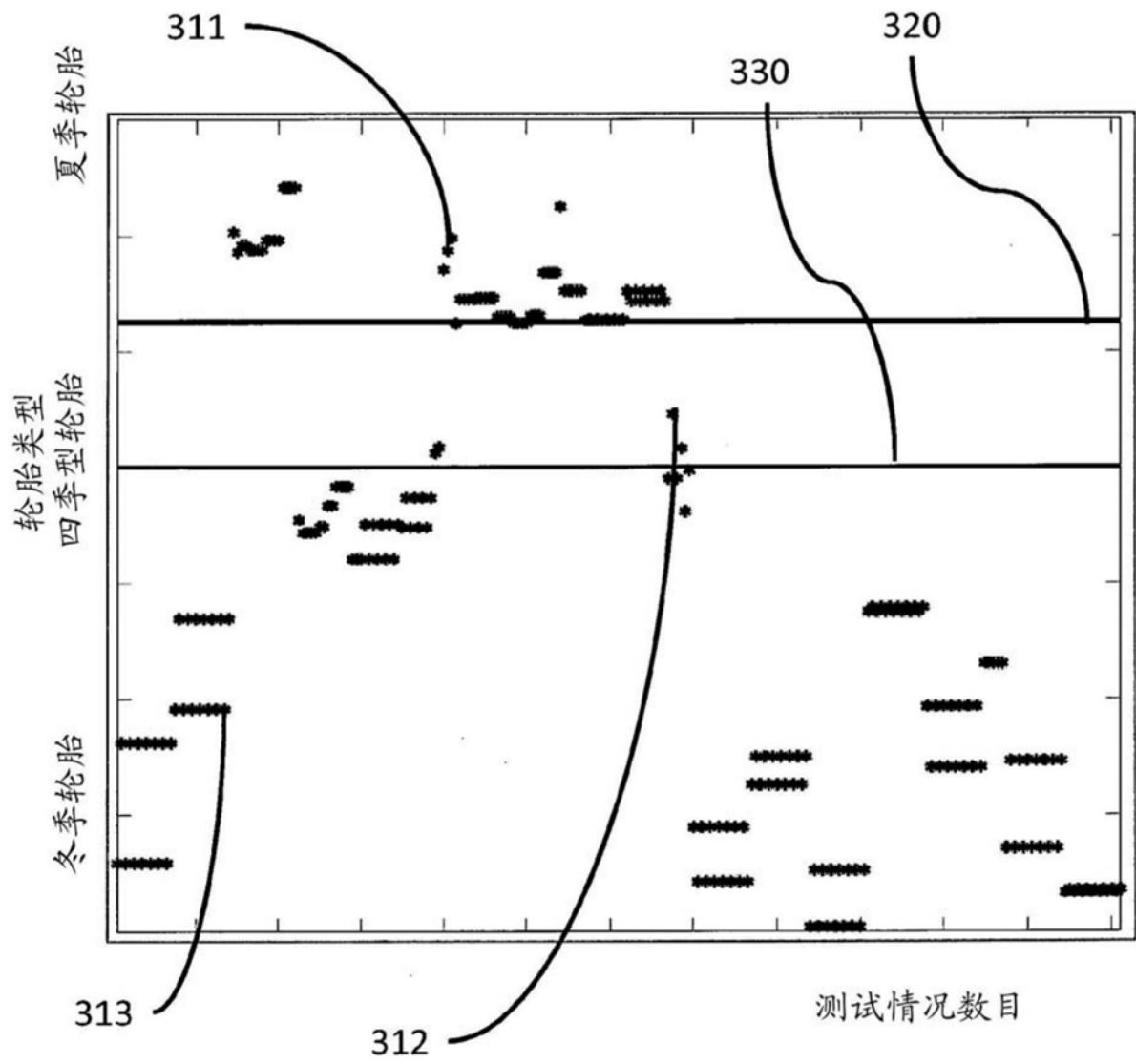


图3

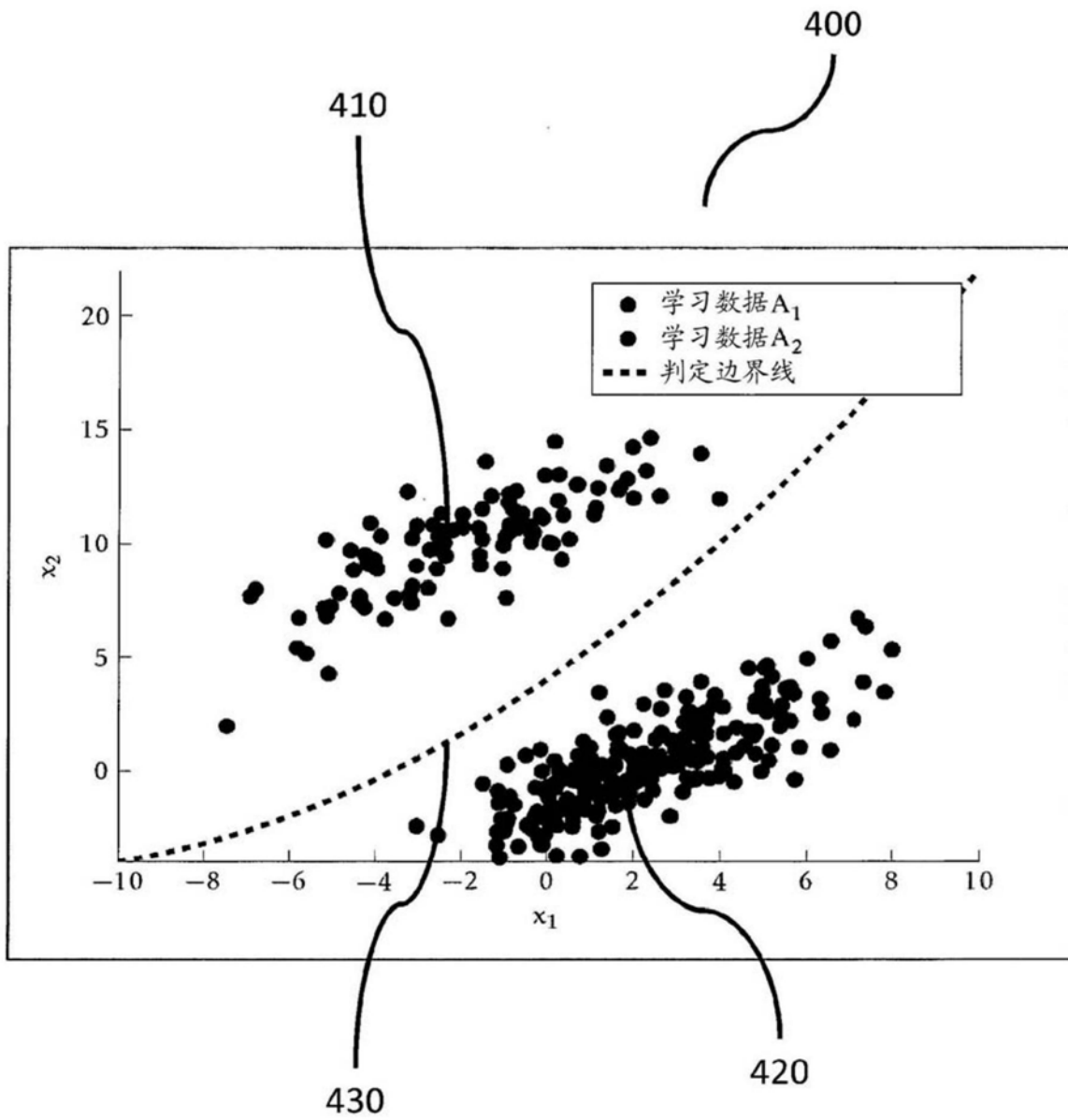


图4

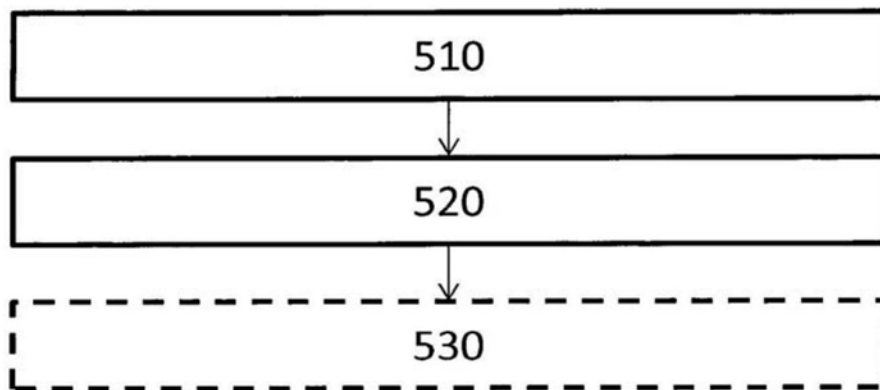


图5

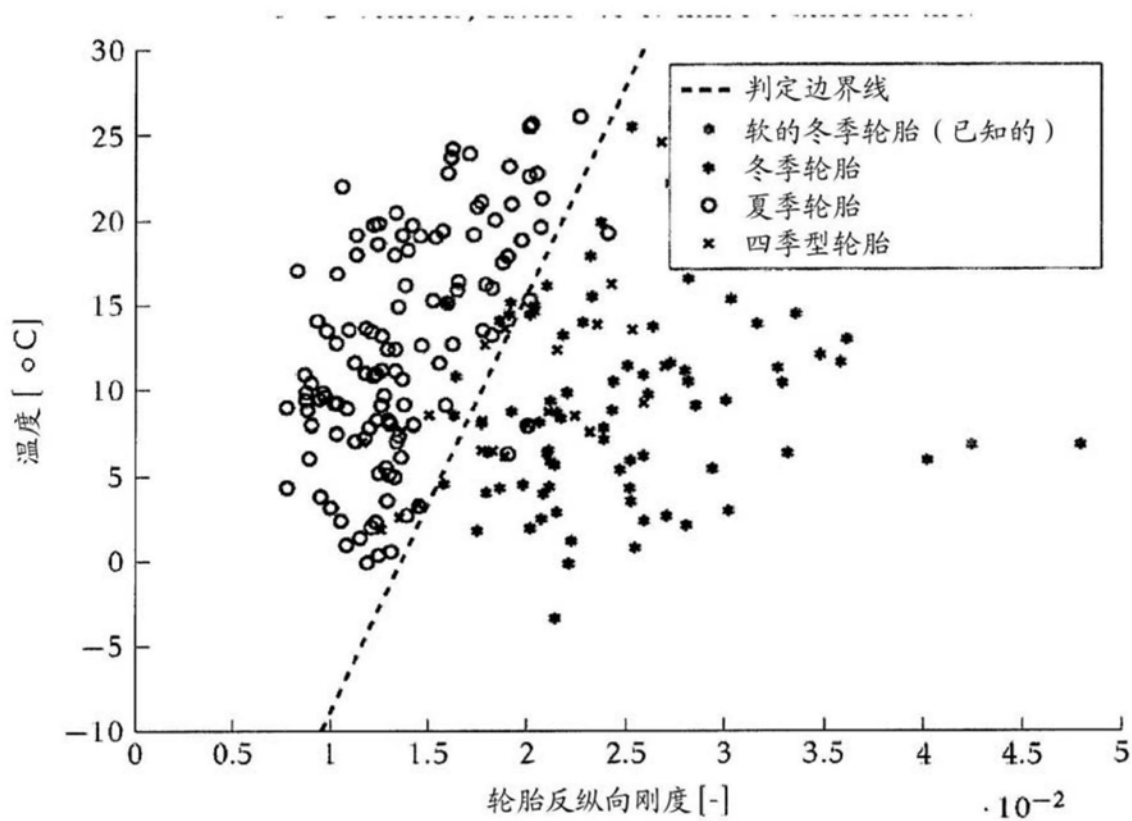


图6

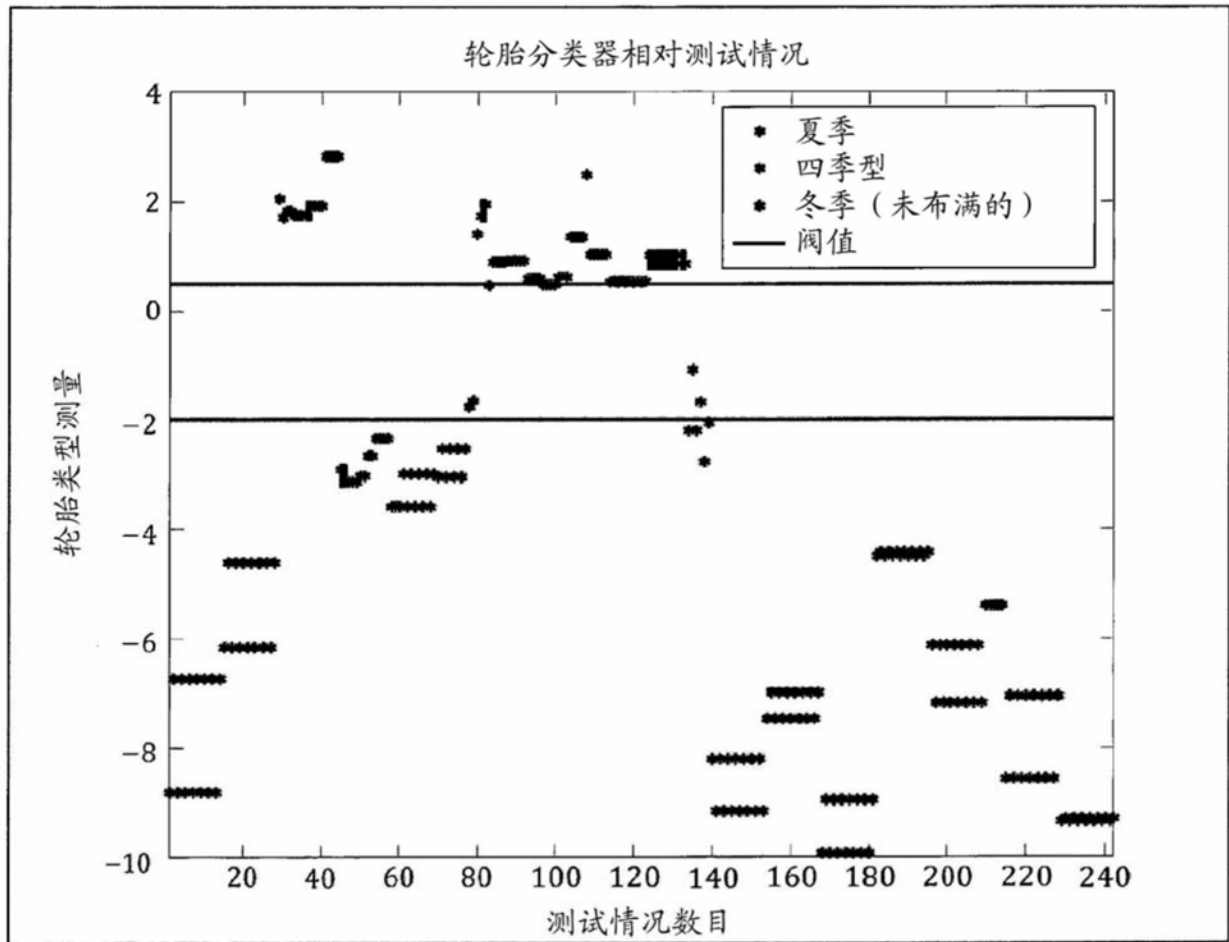


图7

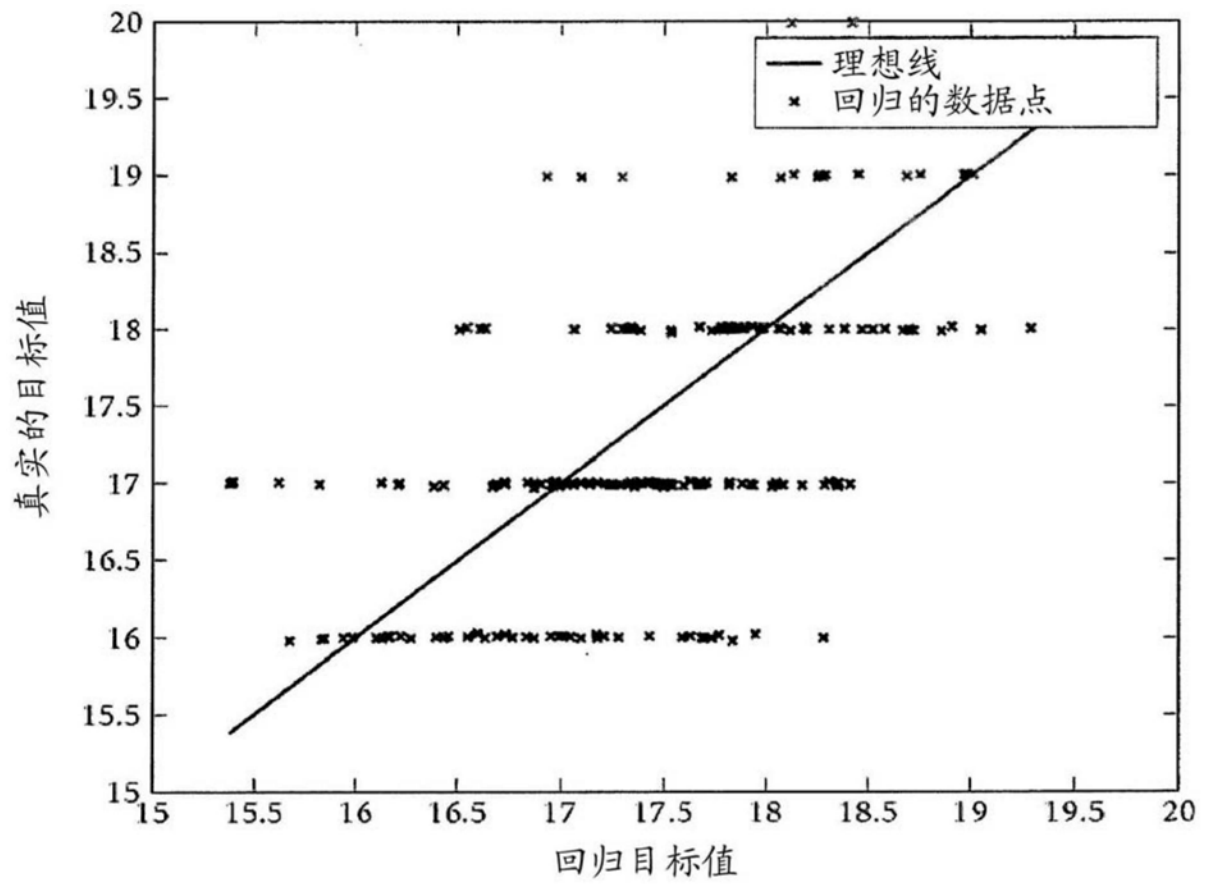


图8A

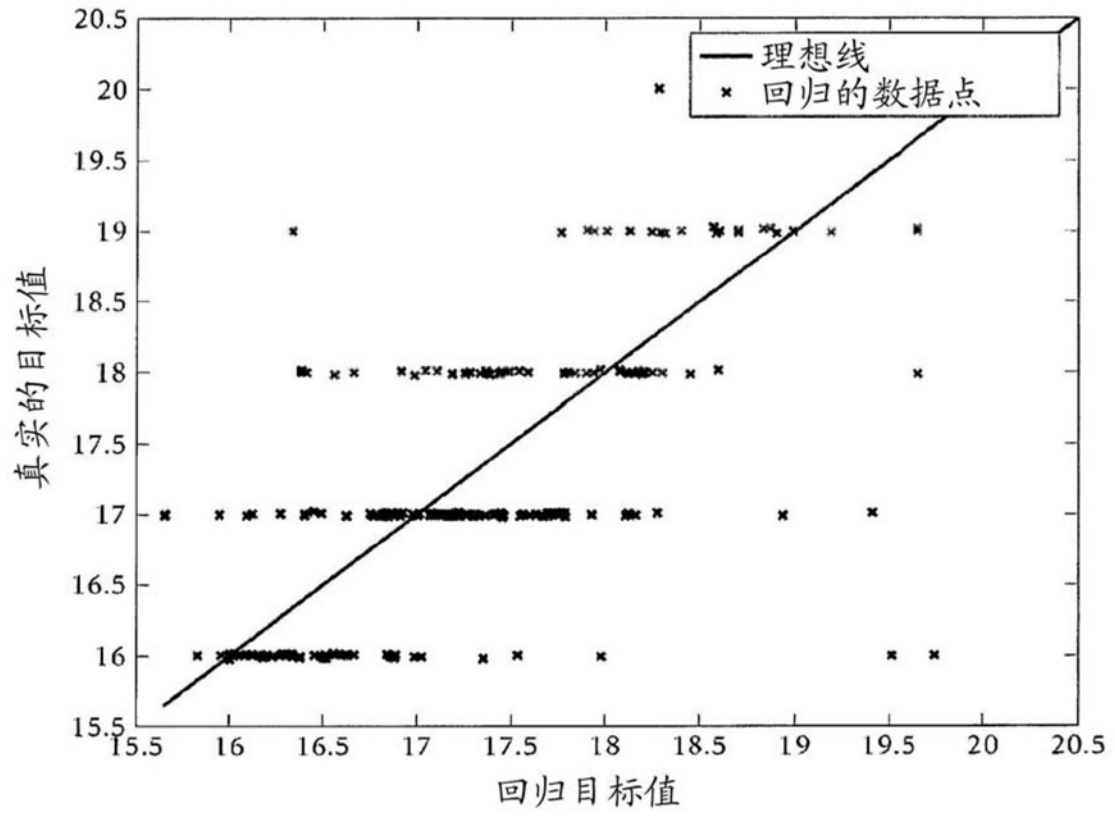


图8B

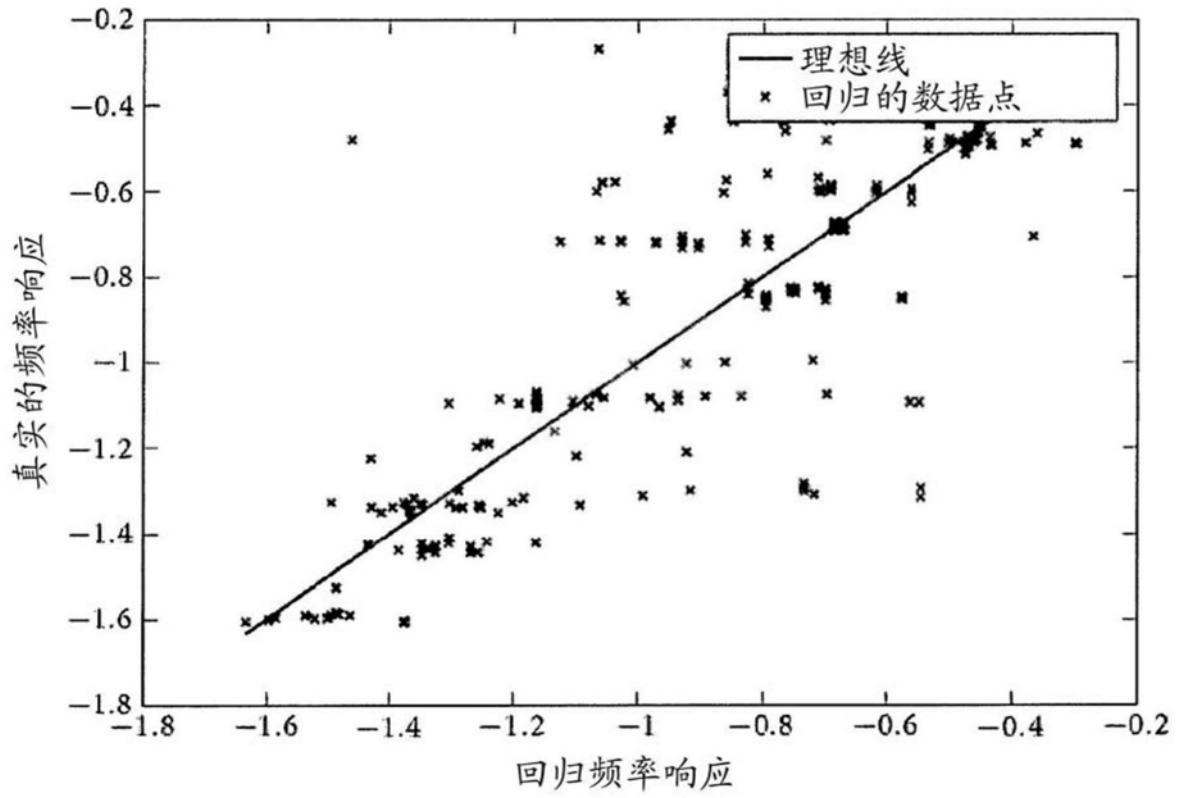


图9