



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105745522 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(21)申请号 201480060286.0

(74)专利代理机构 北京志霖恒远知识产权代理
事务所(普通合伙) 11435

(22)申请日 2014.10.29

代理人 陈姗姗 郭栋梁

(30)优先权数据

61/899,846 2013.11.04 US

(51)Int.Cl.

G01L 27/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

G01D 18/00(2006.01)

2016.05.03

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/062840 2014.10.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/066139 EN 2015.05.07

(71)申请人 耐克斯特纳威公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 米歇尔·多莫迪 托马斯·沃尔夫

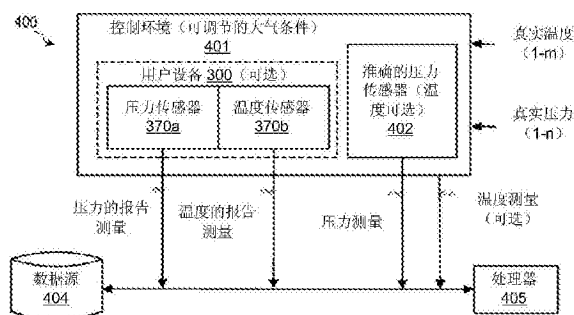
权利要求书3页 说明书11页 附图7页

(54)发明名称

确定不同传感器的压力的校准测量

(57)摘要

描述了使用数学模型校准个别压力传感器的系统和方法,以补偿来自那些压力传感器不准确的压力测量。还描述了应用那些数学模型的系统和方法,以在位置计算期间调整来自那些传感器的测量。



1. 一种基于不同的环境条件校准传感器的计算机实现的方法,所述方法包括:
识别操作参数,其中所述操作参数包括温度集合及压力集合;
对于使用来自所述温度集合中的温度及来自所述压力集合中的压力的多个不同的温度及压力的组合中的每个温度及压力的组合,
当第一传感器被稳定在所述组合的温度和压力时,识别来自所述第一传感器的压力的报告测量,以及
基于所述压力的校准测量与所述报告测量之间的比较,计算压力测量误差;
选择数学模型,所述数学模型将计算的所述压力测量误差拟合为与所述每个温度及压力的组合相对应的所述压力的报告测量和温度测量的函数;以及
基于所述数学模型存储压力测量误差函数,以供以后在调整来自所述第一传感器的压力测量中使用。
2. 如权利要求1所述的方法,其中所述方法包括:
当所述第一传感器被稳定到控制温度及控制压力时,识别来自所述第一传感器的压力的附加的报告测量;
基于所述控制压力的所述附加的报告测量与校准测量之间的比较,计算控制压力测量误差;
使用模拟输入,基于所述数学模型计算模拟的压力测量误差,所述模拟输入是基于来自所述第一传感器的所述控制压力的报告测量及所述控制温度的测量;
基于所述模拟的压力测量误差与所述控制压力测量误差之间的差,确定压力测量误差偏移;以及
其中所述压力测量误差函数是进一步基于所述压力测量误差偏移的。
3. 如权利要求1所述的方法,其中选择多个不同的温度及压力组合,使得通过由所述压力测量误差函数确定的压力测量误差进行调整之后,在所述温度集合内的温度及所述压力集合内的压力下,来自所述第一传感器的任意报告的压力测量将在10Pa的压力内。
4. 如权利要求1所述的方法,其中从多个其它数学模型中选择所述数学模型,使得所述数学模型所关联的每个残差小于10Pa的阈值。
5. 如权利要求1所述的方法,其中当所述数学模型所关联的残差小于对应的所有其它数学模型所关联的残差时,从多个其它数学模型中选择所述数学模型。
6. 如权利要求2所述的方法,其中对于第二传感器,重复权利要求2的步骤,其中所述第一传感器所关联的偏移与所述第二传感器所关联的偏移不同,并且其中所述第二传感器与所述第一传感器的型号相同。
7. 如权利要求1所述的方法,其中对于第二传感器,使用与为所述第一传感器所选择的相同的但对作为所述第二传感器的压力的报告测量的函数的已计算的所述压力测量误差具有不同拟合的数学模型,重复权利要求1的步骤,并且其中所述第二传感器与所述第一传感器的型号相同。
8. 如权利要求1所述的方法,其中对于第二传感器,使用与为所述第一传感器所选择的不同的数学模型重复权利要求1的步骤,并且其中所述第二传感器与所述第一传感器的传感器型号相同。
9. 如权利要求2所述的方法,对于第二传感器,重复权利要求2的步骤,其中所述第一传

感器所关联的偏移与所述第二传感器所关联的偏移不同,并且其中所述第二传感器与所述第一传感器的传感器型号相同。

10. 如权利要求1所述的方法,其中,对于第二传感器,使用与为所述第一传感器所选择的相同的但对作为所述第二传感器的压力的报告测量的函数的已计算的测量误差具有不同拟合的数学模型,重复权利要求1的步骤,以及其中所述第二传感器与所述第一传感器的型号不同。

11. 如权利要求1所述的方法,其中对于第二传感器,使用与为所述第一传感器所选择的不同的数学模型重复权利要求1的步骤,并且其中所述第二传感器与所述第一传感器的传感器型号不同。

12. 如权利要求1所述的方法,其中所述数学模型定义多个温度及压力组合的第一子集相关的第一模型,所述第一子集对应于所述温度集合中的第一温度子集及所述压力集合中的第一压力子集,以及进一步定义多个温度及压力组合的第二子集相关的第二模型,所述第二子集对应于所述温度集合中的第二温度子集及所述压力集合中的第二压力子集。

13. 如权利要求1所述的方法,其中所述多个不同的温度及压力组合包括至少4个不同的温度及压力组合,其中所述温度集合包括0°C至60°C之间的温度,以及其中所述压力集合包括72,000Pa与107,000Pa之间的压力。

14. 一个或多个处理器,用于:

将来自所述第一传感器的报告的测量用作输入,使用权利要求1中的所述测量误差函数,估计测量误差;以及

通过按照估计的测量误差调整所述报告的测量,获得在确定所述第一传感器的高度中使用的调整后的测量。

15. 一种计算机实现的方法,用于确定压力传感器所关联的测量误差,所述方法包括:

接收来自压力传感器的报告的测量;

使用所述报告的测量作为至测量误差函数使用的输入,估计测量误差,其中所述测量误差函数是基于以多个测量误差拟合的数学模型,所述多个测量误差中的每个测量误差与在将压力传感器稳定到各自的温度及压力组合之后来自所述传感器的报告的测量和从所述各自的温度及压力组合中压力的校准测量之间的各自的差相关;以及

通过使用估计的测量误差调整所述报告的测量,获得在确定所述传感器的高度中使用的调整后的测量。

16. 如权利要求15所述的方法,其中所述测量误差函数进一步基于测量误差偏移,所述测量误差偏移与模拟的测量误差和控制测量误差之间的差相关,其中所述控制测量误差是基于在已被稳定至控制温度及控制压力之后的传感器的压力的另一报告测量与控制压力的校准测量之间的差,以及其中所述模拟的测量误差通过输入控制温度的测量及控制压力的报告测量至所述数学模型来确定的。

17. 如权利要求15所述的方法,其中选择多个不同的温度及压力组合,使得在通过由所述测量误差函数确定的所述测量误差估计进行调整之后,在温度集合中的温度及压力集合中的压力下,来自所述第一传感器任意的报告的测量将在10Pa的压力内。

18. 如权利要求15所述的方法,其中使用所述数学模型使得所述数学模型所关联的每个残差都小于10Pa的阈值。

19. 如权利要求15所述的方法,其中当所述数学模型所关联的残差小于对应的与多个数学模型中的所有其它数模型所关联的残差时,从所述多个数学模型中选择所述数学模型。

20. 如权利要求15所述的方法,其中所述数学模型定义与多个温度及压力组合的第一子集相关的第一模型,所述第一子集对应于温度集合中的第一温度子集及压力集合中的第一压力子集,以及还定义与多个温度及压力组合的第二子集相关的第二数学模型,所述第二子集对应于所述温度集合中的第二温度子集及所述压力集合中的第二压力子集。

确定不同传感器的压力的校准测量

技术领域

[0001] 本公开大体涉及定位系统。更具体地,但不仅仅是,本公开涉及确定不同传感器所关联的校准模型以及使用那些校准模型计算传感器的位置的系统及方法。

背景技术

[0002] 诸如与卫星或陆地发射器网络相关所使用的那些定位系统及方法,已被广泛地用于确定移动计算设备(如智能手机)的位置信息。然而,这些系统及方法中许多是不能实现确定设备的准确位置所需的准确度。例如,假设设备在多层的建筑中,而不知道该设备所在的楼层或高度,将导致在提供紧急援助时的延迟,这可能是潜在的生命威胁。如美国专利申请号为13/296,067(申请日为2011年11月14日)的专利申请中所描述的,估计设备高度的技术可使用该设备上压力的测量。这些测量方法可从合并在该设备中的低成本微电子机械系统(Micro-electromechanical Systems, MEMS)传感器中获得。在许多情况下,这些低成本的MEMS传感器具有与校准仪器相媲美的精度,但是传感器提供的测量方法缺乏可靠的高度计算所需的准确度。

[0003] 例如,许多压力传感器提供测量方法具有误差的测量,该测量会导致设备的估计高度与设备的实际位置相差两个或更多的楼层。在多种场景中这减少的准确度是不可接受的,该多种场景包括依赖于楼面标高的准确度来尽快到达用户的紧急响应活动。因此,须理想地对传感器进行校准,以减小这样的误差。

[0004] 令人遗憾的是,因为由相同制造商制造的相同型号的传感器,常常提供相同环境条件(例如,大气压力)的不同测量,所以不能对每个传感器使用相同的校准量。结果,基于逐个传感器,常常需要不同的校准。

[0005] 单一传感器在不同的环境条件下可能运行有所不同,使得事情更加复杂。例如,不同的温度水平可能影响压力传感器的性能。因此,取决于环境条件,针对相同的传感器可能需要不同的校准。

[0006] 明显地,确定如何校准压力传感器以及使用该校准的系统及方法将改善传感器的高度的估计。所幸的是,本公开描述这种系统及方法的不同实施例,除了压力传感器以外,该实施例对于其它类型的传感器也是有用的。

发明内容

[0007] 本公开大体涉及定位系统。更具体地,但不仅仅是,本公开涉及系统(网络、设备或组件)、方法、装置及包含有适于由系统执行的程序指令的可读介质机器,以实现确定不同传感器所关联的校准模型以及使用那些校准模型的方法。

[0008] 本公开的一些方面涉及校准系统及方法,该系统及方法被配置为,识别传感器的操作参数,该操作参数诸如温度范围及压力范围。校准系统及方法进一步被配置为,对于该操作参数内的多个不同的温度及压力的组合中的每个温度及压力的组合,当传感器被稳定在每个温度及压力的组合时,识别来自该传感器的压力的报告测量;以及基于压力的校准

测量与报告测量之间的比较,计算压力测量误差。校准系统及方法还可以或可替换地被配置为选择数学模型,该数学模型充分地将计算的的压力测量误差拟合为压力的报告测量和温度测量的函数,以及基于该数学模型存储压力测量误差函数,以供以后在调整来自传感器的压力测量中使用。

[0009] 本公开的附加的方面涉及系统及方法,系统及方法备配置为使用压力测量误差函数来在移动计算设备中使用传感器时,估计传感器的测量的压力所关联的压力测量误差。然后,该系统及方法可使用压力测量误差调整测量的压力,以获得在确定传感器的高度中使用的调整后的压力测量。

[0010] 下文结合附图、详细的说明和权利要求描述附加的方面。

附图说明

[0011] 图1描绘了定位网络。

[0012] 图2描绘了发射机。

[0013] 图3描绘了用户设备。

[0014] 图4描绘确定如何通过估计压力传感器所关联的测量误差来校准传感器的校准系统。

[0015] 图5示出了生成函数的过程,该函数估计在不同操作条件下的传感器类型所关联的测量误差。

[0016] 图6示出了生成函数的过程,该函数估计在温度及压力所关联的不同操作条件下的压力传感器所关联的测量误差。

[0017] 图7示出不同的温度及压力的组合下的观测的压力测量误差的图。

[0018] 图8示出对观测的压力测量误差的数学模型拟合图。

[0019] 图9示出观测的压力测量误差及估计的压力测量误差所关联的残差的图。

具体实施方式

[0020] 图1描绘了定位网络100,可在定位网络100上实现各个实施例。定位网络100包括同步发射机的网络110(此处还标识为“信标”或“塔状物”)以及任意数量的用户设备120,网络110被描绘为陆地,用户设备120被配置为获取及追踪发射机110、卫星150和/或另一陆地节点160提供的信号。用户设备120可包括位置计算引擎(未示出),以基于从发射机110接收到的信号确定位置信息。网络100还可包括服务器系统130,服务器系统130可包括处理器及数据库,以及服务器系统130与各个其它系统进行通信,该其它系统诸如发射机110、用户设备120以及一个或多个网络基础设施170(例如,互联网或其它网络)。三个用户设备120a-c被描绘为在不同高度;然而,网络100一般地可被配置为支持在预定覆盖范围内的更多高度的更多用户设备120。用户设备120可经由通信链路113、153及163接收/发送信号。

[0021] 发射机

[0022] 发射机110的一个实施例的细节在图2中示出。如图所示,发射机200经由RF元件230发送、接收及处理信号。存储器220可被耦合至处理器210,以提供与可由处理器210执行的所述方法相关的指令的存储及检索。发射机200包括一个或多个用于测量环境条件(如压力、温度、湿度和/或其它环境条件)的环境传感器270。如后面描述的,只要传感器270的测

量连同用户设备120上传感器的测量是准确的,测量的条件就可被用于估计用户设备120的高度。

[0023] 用户设备

[0024] 用户设备120的一个实施例的细节在图3中示出。如图所示,用户设备300经由RF元件330发送、接收及处理信号。存储器320可耦合至处理器310,以提供与可由处理器310执行的所述方法相关的指令的存储及检索。提供输入/输出390以从用户接收输入,以及向用户提供输出。

[0025] 用户设备300还包括一个或多个用于测量环境条件(如压力、温度、湿度和/或其它环境条件)的环境传感器370。环境传感器370测量的压力,连同发射机200测量的压力,可被处理器310用于估计用户设备300的高度。

[0026] 使用压力估计用户设备120的各种方法被公开在共有的美国专利申请号为13/296,067,申请日为2011年11月14日的专利申请中。例如,根据测高等式,大气压力与海拔相关:

$$[0027] \quad z_2 - z_1 = \frac{RT}{g} \ln \left(\frac{p_1}{p_2} \right),$$

[0028] 其中 p_1 为海拔 z_1 处的大气压力,以及 p_2 为海拔 z_2 处的大气压力。 R 为空气的气体常数, T 为温度,以及 g 为重力加速度。因此,假设温度为已知的,以及海平面压力 p_1 为已知的,可将 z_1 设为0,以及计算海平面以上与任意测量的压力 p_2 相对应的海拔 z_2 。该公式假设温度不随着海拔变化。

$$[0029] \quad \text{气压公式假设温度随着海拔线性降低: } p = p_0 \left(1 - \frac{Lh}{T_0} \right)^{\frac{g}{RL}},$$

[0030] 其中 p 为海拔 h 处的压力,给定海平面的压力及温度 p_0 及 T_0 ,以及温度递减率 L (每单位高度的温度变化量)。以上及其它等式可用于计算传感器高度的估计值。

[0031] 本领域的普通技术人员将理解,在发射机200及用户设备300上传感器的准确的压力及温度测量,对于准确的高度计算是必要的。因而,至少需要校准用户设备300上的压力传感器,以及可能需要校准发射机200上的压力传感器。所幸的是,本公开描述了校准压力传感器的过程。

[0032] 校准传感器

[0033] 为了更好地理解本公开的各个方面,应注意的是用户设备120中使用的传感器可能不总是输出准确的测量。在一些情况下,对于测量的预期使用,测量可能不足够准确。

[0034] 还应注意的是,相同型号的以及在几乎相同的环境下制造的两个传感器,在相同的环境条件下可能输出不同的测量。例如,同一时间在建筑中占据几乎相同的位置时,两个这样的压力传感器可能测量到不同的压力。

[0035] 为了足够准确地估计在用户设备120的位置处的压力,估计该位置处的实际压力与用户设备120的压力传感器对那个压力的测量之间的差是很重要的。如果能够足够准确地估计实际压力与测量压力之间的差,那么通过使用估计的差值来增加或减少压力测量,能够得到更准确的压力评估。该更准确的压力评估可用于估计用户设备的高度,与使用来自压力传感器的未调整的压力测量相比具有更高的准确度。相比之下,压力传感器的压力测量可落在与实际压力相差200Pa的范围内,以及更准确的压力估计可落在与实际压力相

差50Pa甚至10Pa的范围内。

[0036] 估计实际压力与测量压力之间差的一个方法,使用实际与测量压力之间的差的数学模型作为温度与压力的函数。当压力传感器被稳定到从温度范围及压力范围中选择的温度与压力的不同组合时,数学模型可基于实际压力与测量压力之间的比较。当应用该数学模型时,组合的数量可根据期望的准确度级别而变化。

[0037] 图4描绘了用于生成这样的数学模型的校准系统400,该数学模型对与特定压力传感器相关联的压力测量误差进行估计。系统400包括环境401,在该环境401内输入不同的温度(1-m)及不同的压力(1-n)。压力传感器370a及温度传感器370b显示为集成至用户设备300中。应理解的是,传感器370a及370b可替换地可在环境401中被测试,而未集成至用户设备300中,以及传感器370a与370b可彼此集成、彼此耦合或者彼此独立。

[0038] 如图所示,环境401可包括压力传感器370a、温度传感器370b及校准仪器402,校准仪器402能够以期望的准确度测量压力。可替换地,能够以期望的准确度测量温度的另一校准仪器(未示出)可连同温度传感器370b一起使用,或者在已知温度传感器370b输出对真实温度容忍的误差内的温度测量时,可代替温度传感器370b。

[0039] 来自压力传感器370a、温度传感器370b及校准仪器402中每个的测量可被输出,被数据源404存储,以及被处理器405用来执行此处描述的各个方法(包括下面结合图5及图6描述的方法)。根据对环境401内的温度及压力所做出的调整数量,可输出来自压力传感器370a、温度传感器370b及校准仪器402的不同测量。

[0040] 现将注意力转移至示出生成数学模型的过程的图5,该数学模型对与特定压力传感器(例如,传感器370a)相关联的压力测量误差进行估计。图5的过程可用于任意类型的传感器(例如,测量压力、温度、湿度、移动、震动、方向、光、空气流动、时间、类似的其它东西及其它条件的传感器)。虽然关于压力传感器提供例子;但是这些例子不应以任何方式将图5中过程中的公开限制为压力传感器。

[0041] 如图5所示,识别与传感器的期望的操作条件相关联的操作参数(501)。该操作参数识别环境变量,传感器可能操作在该环境变量下。例如,指定温度和压力的集合或范围。

[0042] 对于图5中方法的其它实现,考虑其它的变量,包括湿度、施加给传感器的振动、风速、环境光及传感器的使用年限。在可使用相关关系来确定传感器测量的调整的情况下,考虑每个变量与准确的传感器测量之间的相关性。例如,传感器的老化或传感器上的振动,由于那些条件影响传感器的压力测量的准确度,可被记录以及在传感器的操作期间被用来基于传感器的使用年限或振动的输入(例如,来自加速计)调整压力测量。

[0043] 在用户使用时,可基于传感器的期望的操作条件确定任意集合或范围。例如,通过典型用户操作压力传感器时将会经历的最小及最大的温度及压力,可确定温度范围及压力范围。

[0044] 从温度及压力的范围中识别操作参数的多个组合(502)。传感器然后在每个操作参数的组合下进行操作,在这期间存储来自传感器的一个或多个记录的测量值。

[0045] 可将每个测量与校准仪器(例如,校准仪器402)做出的对应的测量作比较。在比较测量期间,确定传感器的测量中的每个测量与校准仪器做出的对应的测量之间的差值。该差值表示传感器测量(503)的观测误差。例如,压力传感器370a可操作在不同的温度与压力的组合下,以及压力传感器370a的压力测量可与来自校准仪器402的对应的测量相比较。

[0046] 关于操作参数的每个组合,还可记录与其它初始参数相对应的测量。例如,温度传感器370b也可操作在不同的温度及压力的组合下,以及温度传感器370b的温度测量可与对应的压力测量和压力测量的观测误差相关联。

[0047] 一旦确定了一组观测误差,可生成一个或多个数学模型以将观测误差拟合为记录值的函数。可能的数学模型包括多项式、三角法、样条、指数以及其他数学模型族。其他模型可包括将操作参数的范围划分为更小的子范围,接着在不同子范围使用不同的数学模型,或者使用第一数学模型,接着在将第一数学模型应用到操作参数的一个或多个组合之后,使用第二数学模型来模拟(model)第一数学模型的残差。

[0048] 可基于不同的考虑选择数学模型(504)。例如,可选择最佳拟合观测误差的模型。可替换地,可选择具有满足阈值条件(例如,小于10Pa、20Pa、50Pa或其它的阈值量)的最小残余量的模型。最小残余量可通过以下来指定:所有残余的预定义百分比;操作参数的子范围内的所有残余的总量;与另一数学模型的对应的残余百分比相比,更高的残余百分比;或用于指定最小量的其它方法。可替换地,可要求平均残余满足上面的阈值条件。另外,可要求被平均的残余中的最大残余落到另一阈值以下。

[0049] 一旦选择了合适的数学模型,可确定与模拟误差和观测误差相关联的偏移。在一个实现中,在操作参数组合下传感器的操作期间,从传感器获取附加的测量。传感器的第一参数的测量及第二参数的测量可用作数学模型的输入以产生模拟误差(505)。将第一参数的传感器测量与第一参数的准确测量进行比较,以及计算传感器测量与准确测量之间的差,以确定观测误差(506)。然后可基于模拟误差与观测误差之间的差确定偏移(507)。

[0050] 可选地,在操作参数的其它组合下,可重复确定偏移的过程,以产生对应的偏移。接着,可使用所有偏移来确定最终的偏移值。最终的偏移值可以为平均值、加权平均值,或者取决于所测试的个别组合的个别偏移(或偏移的子集)的其它组合。

[0051] 一旦确定了最终的偏移,基于数学模型及偏移可开发误差函数(508)。在一个实现中,将偏移增加至数学模型的零级项。

[0052] 当然,误差函数可基于数学模型,但不基于偏移。在一个实现中,根据来自一个或多个传感器的测量—例如,压力和/或温度传感器操作期间的压力和/或温度,可使用查找表来识别偏移。接着,可使用该偏移来确定更准确的传感器测量。在将误差函数应用于偏移调整的测量之前,可对初始的测量做这样的测量调整。可替换地,误差函数可应用于初始测量,以确定误差函数调整的测量,以及接着可将偏移应用于该误差函数调整的测量。

[0053] 应注意的是,根据到函数的不同输入(例如,温度子范围内的温度,压力子范围内的压力),误差函数可使用不同的偏移。

[0054] 之前与图5相关的涉及作为估计参数的温度及压力的例子也应该不以任何方式将本公开限制为两个估计参数。应设想到的是能评估任意数量的参数,包括一个参数或多于两个参数。应设想到对应数量传感器的测量,包括评估一个参数的一个传感器以及评估三个参数的三个传感器等。

[0055] 校准压力传感器

[0056] 现将注意力转移至图6,图6示出了生成数学模型的过程,该数学模型估计在各种操作条件下与压力传感器370a相关联的压力测量误差。

[0057] 初始地,针对传感器的期望的使用,识别温度及压力的范围(601)。当被集成至用

户设备300时,期望的使用可以定义为压力传感器370a的典型的、期望的或可能的操作温度及压力。在一个实现中,环境条件包括压力范围为72,000-107,000Pa,以及温度范围为0-60℃。当期望的外界操作温度为0-40℃,以及用户设备300内部期望的操作温度超过外界操作温度高达20℃时,温度跨越范围0-60℃。

[0058] 还识别一组不同的温度及压力的组合(602)。该组合可在温度上相隔10℃的增量以及在压力上相隔5,000Pa的增量。因而,可以有7个温度阶跃及8个压力阶跃,这导致有56个温度与压力的组合。可替换地,增量可能是根据期望的测试组合的数量及测试的温度及压力范围。在误差变化缓慢的区域,可从温度及压力的范围或子范围的分析中省略一些组合。在一些误差变化迅速的区域,可在整个温度及压力的范围或在子范围内插入附加的组合。这些组合可形成温度(T)与压力(P)组合的网格。

[0059] 如图6的步骤603-607所示,将压力传感器370a及温度传感器370b稳定到每个温度与压力的组合,在该温度及压力的组合下,可从压力传感器370a及温度传感器370b获得报告测量。校准仪器402还可提供准确的压力测量。可选择性地确定准确的温度测量。接着,压力的报告测量与压力的准确测量之间的差可确定针对每个温度与压力的组合报告的压力测量的观测误差。通过举例的方式,图7示出了在不同的温度与压力组合下观测的压力测量误差的图。存储观测误差及压力及温度的报告测量(608)。针对相同的组合在不同时间做多次测量,以及可将那些测量求平均或以其他方式组合。

[0060] 接着选择数学模型,以将观测误差拟合为报告的压力及温度的函数(609)。确定模型的系数,该模型提供最佳拟合给作为温度及压力的函数的误差(610),以及在减去模型之后计算残差(611)。如果残余值不理想(612),那么选择新的数学模型(613),以及针对新的数学模型重复步骤610-612。

[0061] 通过举例的方式,图8示出了观测的压力测量误差的数学模型拟合的图。通过举例的方式,该数学模型可包括三次多项式模型,其中给出观测误差(E)如下:

$$[0062] \quad E = a \times p^3 + b \times t \times p^2 + c \times p \times t^2 + d \times t^3 + e \times p^2 + f \times p \times t + g \times t^2 + h \times p + i \times t + j$$

[0063] 其中t和p分别为温度和压力,以及a至j为常数,确定该常数以向报告测量提供观测误差的最佳拟合。

[0064] 通过举例的方式,另一数学模型可包括三次多项式模型,其中给出观测误差(E)义如下:

$$[0065] \quad E = a \times (p - p_0)^3 + b \times (t - t_0) \times (p - p_0)^2 + c \times (p - p_0) \times (t - t_0)^2 + d \times (t - t_0)^3 + e \times (p - p_0)^2 + f \times (p - p_0) \times (t - t_0) + g \times (t - t_0)^2 + h \times (p - p_0) + i \times (t - t_0) + j$$

[0066] 其中,(t-t₀)及(p-p₀)分别为用恒温t₀及恒压p₀测量的温度及压力偏移,以及a至j为常数,确定该常数以向报告测量提供观测误差的最佳拟合。选择t₀及p₀以在数学模型的拟合中辅助。

[0067] 如果多项式模型不提供期望的拟合,则针对整个温度-压力测试空间中的不同区域可使用不同的多项式系数。例如,可以使用针对0℃以上的温度的一组系数,以及针对0℃以下的温度的不同的一组系数。可替换地,针对不同的温度可使用不同的数学模型。

[0068] 当其残余满足阈值条件时,可选择特定的数学模型。前文已经描述了与最小残余量相关的阈值条件的例子。

[0069] 通过举例的方式,图9示出了与在每个报告的压力及温度组合下误差的观测值和

估计值之间的差相关联的残差的图。

[0070] 一旦选择了数学模型,将压力传感器370a及温度传感器370b稳定到控制温度及压力(614)。控制温度可以是在标准室内温度($\sim 21-23^{\circ}\text{C}$)的 $x\%$ (例如,10%)之内,或者在室内环境中用户设备300的典型的内部操作温度。为控制温度及压力,记录来自压力及温度传感器370a及370b的报告的压力及温度测量、来自校准仪器402的准确的压力测量以及(可选地)准确的温度测量。基于报告测量与准确的压力测量之间的差,确定压力传感器370a的观测误差(615)。还通过将报告测量输入至数学模型来确定模拟误差(616)。接着比较观测误差及模拟误差,以基于观测和模拟的误差之间的差确定偏移(617)。

[0071] 可替换地,可使用先前测量的温度及压力代替控制温度及压力来确定偏移。

[0072] 接着,偏移连同数学模型作为模型参数被存储,以供以后在来自传感器370a的调整测量(618)中使用。存储可发生在图4中的数据源404、图1中的服务器系统130、图3的用户设备300的存储器320或其它组件。

[0073] 当基于压力传感器370a的压力测量,计算用户设备300的高度时,处理器可访问模型参数。这样的处理器可包括用户设备300的处理器310、服务器系统130的处理元件或另一处理组件。

[0074] 模型参数可定义压力测量误差函数,该压力测量误差函数可用于估计在特定的环境条件下来自压力传感器370a的测量误差。可从报告的压力测量上增加或减去估计误差,以获得更准确的真实压力的估计。

[0075] 本领域的技术人员将容易地将此处公开的相关压力传感器扩展到它传感器,包括温度、湿度及任何其它本领域已知的或以后开发的传感器。

[0076] 本领域的技术人员还将认识到,根据传感器操作的适当环境,在校准过程的不同实现中,可使用相似但不同的操作参数组合。例如,在校准过程的一个应用中, 30°C 的温度可与72,000Pa,81,000Pa以及100,000Pa的压力一起使用。在校准过程的另一实现中, 32°C 的温度可与那些相同的压力或略微不同的压力一起使用。在校准过程的又一实现中, 30°C 的温度可与72,000Pa,81,000Pa以及100,000Pa略微不同的压力一起使用。然而,因为目标是单独测试不同的传感器,所以在不同传感器对应的校准过程中的不同实现改变参数组合是可接受的。还设想的是校准过程的多个实现可在相同的传感器上执行,以及可比较产生的数学模型以选择最佳函数,或者可对来自函数的各个结果求平均或以其他方式组合,以改善传感器测量的更准确的评估。

[0077] 还设想的是在将环境条件的准确测量与在相同时间或时间接近期间传感器对该环境条件的测量做比较的情况下,校准还可发生在使用历史数据。进一步设想的是,传感器与校准设备对环境条件(例如,压力)的测量,可能不是发生在相同的位置(例如,为了确定偏移的目的),而是具有相似的环境条件级别的两个位置。

[0078] 系统及方法的附加实施例

[0079] 此处揭露的功能及操作可体现为一个或多个方法,全部或部分地由在一个或多个位置的机器(例如,处理器、计算机或其它本领域已知的合适的装置)实现,这增强了那些机器和合并了那些机器的计算设备的功能。还设想的是包含程序指令的非易失性机器可读介质,该程序指令适于被执行以实现方法。通过一个或多个处理器执行程序指令,使得处理器实现方法。

[0080] 应注意的是此处描述的方法步骤是顺序无关的,因而可以不同于所描述的顺序执行。也应注意的是,本领域的技术人员将会理解,可以结合此处描述的不同的方法步骤以形成任意数量的方法。还应注意的是,可同时执行此处描述的任意两个或更多步骤。

[0081] 通过举例的方式,方法及处理器可识别操作参数,其中操作参数包括温度范围及压力范围。

[0082] 通过举例的方式,方法及处理器还可以或可替换地:对于使用温度范围内的温度及压力范围的压力的多个不同的温度与压力的组合中的每个组合,在第一传感器被稳定到该组合的温度与压力时,识别来自第一传感器的压力的报告测量,以及基于压力的校准测量与报告测量的比较,计算压力测量误差。

[0083] 通过举例的方式,方法及处理器还可以或可替换地:从多个数学模型中选择一个充分地计算的压力测量误差的数学模型拟合为压力的报告测量和与每个温度及压力组合相对应的温度测量的函数。

[0084] 通过举例的方式,方法及处理器还可以或可替换地:基于以后用于校准来自第一传感器的压力测量的数学模型存储压力测量误差函数,。

[0085] 通过举例的方式,方法及处理器还可或可替换地:当第一传感器被稳定到控制温度及控制压力时,识别来自第一传感器的压力的附加的报告测量。

[0086] 通过举例的方式,方法及处理器还可以或可替换地:基于附加的报告测量与控制压力的校准测量的比较,计算控制压力测量误差。

[0087] 通过举例的方式,方法及处理器还可以或可替换地:基于数学模型,使用模拟输入(model input),计算模拟的(modeled)压力测量误差,该模拟输入是基于控制温度的测量和来自第一传感器报告的控制压力的测量。

[0088] 通过举例的方式,方法及处理器还可以或可替换地:基于模拟的压力测量误差及控制压力测量误差之间的差,确定压力测量误差的偏移。

[0089] 通过举例的方式,方法及处理器还可以或可替换地:进一步基于压力测量误差的偏移,存储压力测量误差函数。

[0090] 根据一些方面,控制温度在25℃的10%之内。

[0091] 根据一些方面,选择多个不同的温度及压力组合,使得在通过由压力测量误差函数确定的压力测量误差估计进行调节之后,来自在温度范围内的温度及压力范围内的压力下的第一传感器任意报告的压力测量将在压力的10Pa范围内。

[0092] 根据一些方面,其中选择数学模型,使得与数学模型及多个不同的温度及压力的组合相关联的每个残差都小于阈值10Pa。

[0093] 根据一些方面,当与数学模型及多个不同的温度及压力的组合相关联的残差小于对应的与多个数学模型中的所有其它模型及多个不同的温度及压力的组合相关联的残差时,选择该数学模型。

[0094] 根据一些方面,对于第二传感器,重复以上描述的方法,其中第一传感器所关联的偏移与第二传感器所关联的偏移不同,以及其中第二传感器与第一传感器的传感器型号相同。

[0095] 根据一些方面,对于第二传感器,使用与为第一传感器选择的相同的但具有不同参数的数学模型,重复以上描述的方法,以及其中第二传感器与第一传感器的传感器型号

相同。

[0096] 根据一些方面,对于第二传感器,使用与为第一传感器选择的不同的数学模型重复以上描述的方法,以及其中第二传感器与第一传感器的传感器型号相同。

[0097] 根据一些方面,对于第二传感器,重复以上描述的方法,其中第一传感器所关联的偏移与第二传感器所关联的偏移不同,以及其中第二传感器与第一传感器的传感器型号不同。

[0098] 根据一些方面,对于第二传感器,使用与为第一传感器选择的相同的但具有不同参数的数学模型,重复以上描述的方法,以及其中第二传感器与第一传感器的传感器型号不同。

[0099] 根据一些方面,对于第二传感器,使用与为第一传感器选择的不同的数学模型重复以上描述的方法,以及其中第二传感器与第一传感器的传感器型号不同。

[0100] 根据一些方面,数学模型定义与多个温度及压力组合中的第一子集相关的第一数学模型,第一子集对应于温度范围的第一温度子范围及压力范围的第一压力子范围,以及还定义多个温度及压力组合中的第二子集相关的第一数学模型,第二子集对应于温度范围的第二温度子范围及压力范围的第二压力子范围。

[0101] 根据一些方面,多个不同的温度及压力组合包括至少4个不同的温度及压力组合,其中温度范围包括0℃至60℃之间的温度,以及其中压力范围包括72,000Pa与107,000Pa之间的压力。

[0102] 通过举例的方式,方法及处理器还可或可替换地:从压力传感器接收报告的压力测量。

[0103] 通过举例的方式,方法及处理器还可或可替换地:通过使用报告的压力测量作为输入求解压力测量误差函数,估计压力测量误差。根据一些方面,压力测量误差函数是基于以多个压力测量误差拟合的数学模型,多个压力测量误差中的每个压力测量误差与在将压力传感器稳定到各自的温度及压力组合之后来自该压力传感器压力的报告测量和从各自的温度及压力中压力的校准测量之间的各自的差相关。

[0104] 通过举例的方式,方法及处理器还可或可替换地:通过按照估计的压力测量误差调整报告的压力测量,获得在确定第一传感器的高度中使用的调整后的压力测量。

[0105] 根据一些方面,压力测量误差函数是进一步基于压力测量误差偏移的,压力测量误差偏移与模拟的压力测量误差和控制压力测量误差之间的差有关。

[0106] 根据一些方面,控制压力测量误差是基于在已被稳定至控制温度及控制压力之后的压力传感器压力的另一报告测量和控制压力的校准测量之间的差。

[0107] 根据一些方面,模拟的压力测量误差是通过输入控制温度的测量及报告的控制压力测量至数学模型来确定的。

[0108] 根据一些方面,选择多个不同的温度及压力组合,使得在通过由压力测量误差函数确定的压力测量误差估计进行调整之后,来自在温度范围内的温度及压力范围内的压力下的第一传感器的任意报告的压力测量将在该压力的10Pa范围内。

[0109] 根据一些方面,选择数据模型使得与数学模型及多个不同的温度及压力组合相关联的每个残差都小于阈值10Pa。

[0110] 根据一些方面,当数学模型及多个不同的温度及压力组合所关联的残差小于对应

的与多个数学模型中的所有其它模型及多个不同的温度及压力组合相关联的残差时,选择该数学模型。

[0111] 根据一些方面,数学模型定义与多个温度及压力组合中的第一子集相关的第一数学模型,第一子集对应于温度范围的第一温度子范围及压力范围的第一压力子范围,以及还定义多个温度及压力组合中的第二子集相关的第二数学模型,第二子集对应于温度范围的第二温度子范围及压力范围的第二压力子范围。

[0112] 系统可包括以下中的任意或全部:此处描述且本领域已知的各种传感器;一个或多个接收机,在该一个或多个接收机上定位信息被接收并且被用于计算各自的接收机的位置;一个或多个服务器,在该服务器上定位信息被接收并且被用于计算接收机的位置;接收机与服务器;或者其它组件。

[0113] 即使输出与方法的执行之间会出现中间步骤,一个系统的输出也可使另一系统执行方法。

[0114] 此处揭露的任何方法步骤或特征可因各种理由(诸如实现降低的制造成本、更低的功耗及提高的处理效率)被权利要求清楚地限定。

[0115] 此处描述的示例性的方法可由本领域技术人员已知的或以后开发的合适的硬件,或由处理器执行的固件或软件,或由硬件、软件和固件的任意组合来实现、执行或以其他方式控制。在特定系统中软件可能是可下载的或是不可下载的。这样的软件包含机器实现的组件,一旦加载到如处理器或计算机的机器上,机器实现的组件改变该机器的操作。

[0116] 在其上执行此处描述的方法的系统可包括实现那些方法的一个或多个装置。例如,,这样的装置可包括当执行指令(例如,在软件或固件中包含的)时实现此处公开的任意方法步骤的处理器或其它硬件。处理器可包括计算机或计算设备、控制器、集成电路、“芯片”、片上系统、服务器、其它可编程逻辑设备、其它电路,或其任意组合,或者处理器可被包括在计算机或计算设备、控制器、集成电路、“芯片”、片上系统、服务器、其它可编程逻辑设备、其它电路,或其任意组合中。

[0117] 可通过机器(例如,处理器)访问“存储器”,这样机器可从存储器读信息或向存储器写信息。存储器可与机器集成或与机器分离。存储器可包括具有机器可读的程序代码(例如,指令)的非易失性机器可读介质,包含在该非易失性机器可读介质中的程序代码适于被执行以实现此处揭露的每个方法及方法步骤。存储器可包括任何可用的存储介质,包括可移动的、不可移动的、易失的及非易失的介质—例如,集成电路介质、磁存储介质、光存储介质或任意其他计算机数据存储介质。如此处使用的,机器可读介质包括除了到了被视为非法定的(例如,暂时的传播信号)这样程度的介质以外的所有形式的机器可读介质。

[0118] 应用程序可通过接收、转换、处理、存储、检索、传递和/或输出数据来实现方面,应用程序可存储在分层的、网络的、相关的、不相关的、面向对象的或其它数据源。数据源可以为单个存储设备或由多个(例如,分布式的)存储设备实现。

[0119] 此处揭露的所有信息可用数据表示,并且可使用任何协议在任意通信路径上传输该数据,该数据可以存储在数据源上以及可以由处理器进行处理。例如,可使用各种各样的线、电缆、无线信号及红外光束,以及即使未示出或未明确描述的更多种类的连接器和插头及协议,来实现数据的传输。此处描述的系统/平台可使用任意已知的或以后开发的通信技术彼此(以及与未描述的其它系统)交换信息,通信技术包括无WiFi、蓝牙、NFC及其它通信

网络技术。使用网络传输协议,可通过电子、光、空气、电磁波、无线频率或其它传输媒介,在网络上使用载波传输数据及指令,该数据及指令包括在数据信号中传输的数据。此处揭露的数据、指令、命令、信息、信号、比特位、符号及芯片可通过电压、电流、电磁波、电磁场或粒子,光场或粒子,或其任意组合来表示。

[0120] 本说明书中揭露的不同系统可在地理位置上彼此分散在不同的区域(例如,城市或乡镇),这样在不同的区域中不同的系统执行不同的方法步骤。

[0121] 以矩形示出的系统图中的特征可以是指硬件、固件或软件,硬件、固件或软件中的每个可包括设备的组件。应注意的是,连接两个这样的特征的线可示意那些特征之间的数据传输。这样的传输可直接发生在那些特征之间,或可通过即使未示出的中间特征来发生。除非另有说明,在没有线连接两个特征的情况下,预见到那些特征之间的数据传输。因此,提供这样的线以说明某些方面,但不应被理解为限制。术语“包括”、“包含”、以及诸如此类等以与排他性的意思(即,仅包括)相反的包括性(即,不限于)的意思来理解。使用单数或复数的词也分别包括复数或单数。如详细的描述中使用的措词“或”或“和”,覆盖列出的任何项目和所有项目。措词“一些”、“任意”及“至少一个”指的是一个或多个。此处使用词语“可”以表示例子而非必需一例如,“可”执行操作或可具有特性的物,不需要在每个实施例中执行该操作或具有该特性,但是该物至少在一个实施例中执行该操作或具有该特性。本公开不意图限制为此处示出的方面,而是被给予本领域技术人员理解的最广的范围,包括等同。

[0122] 用户设备可以为蜂窝手机或智能手机、平板设备、PDA、笔记本、数码相机、资产跟踪标签、电子脚镯(ankle bracelet)或其它设备的形式。

[0123] 此处揭露的一些方面涉及估计物体位置的定位系统一例如,其中位置以用经度、纬度和/或高度坐标, x , y 和/或 z 坐标,角度坐标或本领域已知的其它表示方式的措词来表示。定位系统使用各种技术(包括三角定位)估计物体(例如,接收机)的位置,三角定位是使用不同的“测距”信号行进的距离用几何学估计位置的过程,该不同的“测距”信号是接收机从不同信标(例如,发射机、卫星、天线)接收的。假设测距信号的传送时间及接收时间是已知的,那么那些时间之间的差乘以光速将提供测距信号行进距离的估计。这些距离的估计常常称为距离测量。当在测量的时间中呈现有错误时,距离测量一般被称为“伪距”测量。因此,“伪距”测量是“距离测量的一种类型。基于来自信标(例如,发射机和/或卫星)的信令估计接收机位置的定位系统及方法在共同转让的美国专利申请号为8,13,140、公布日为2012年3月6日的专利申请以及美国专利申请号13/296,067、申请日为2011年11月14日的专利申请中描述,其全部内容被于此并为了所有目的,除了在它们的内容与本公开的内容冲突的情况下。

[0124] 相关申请

[0125] 本申请涉及美国专利申请序列号为61/899,846、申请日为2013年11月4日、发明名称为“确定不同传感器的压力的校准测量”的专利申请,其内容通过引用的方式全部合并到本说明书中。

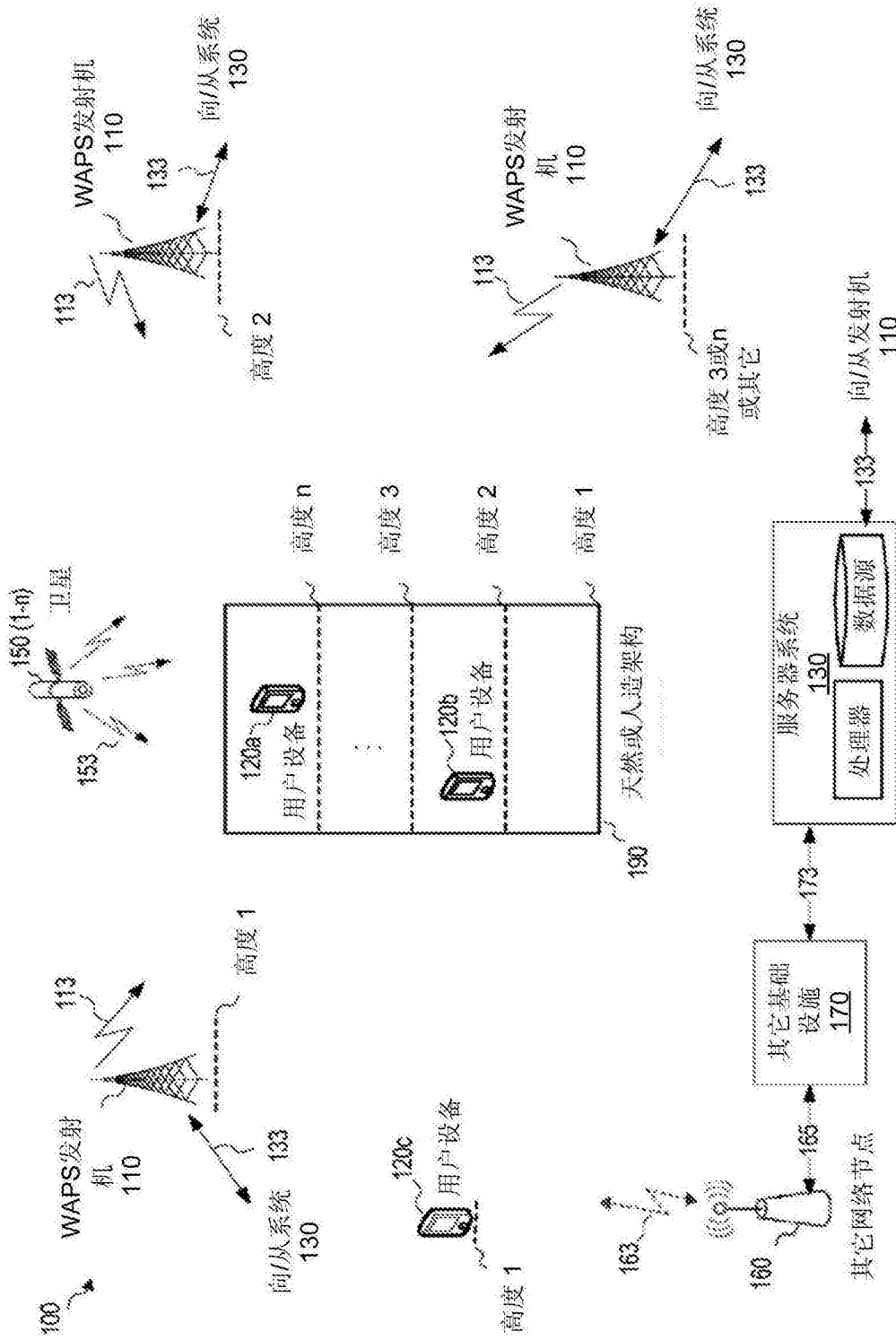


图1

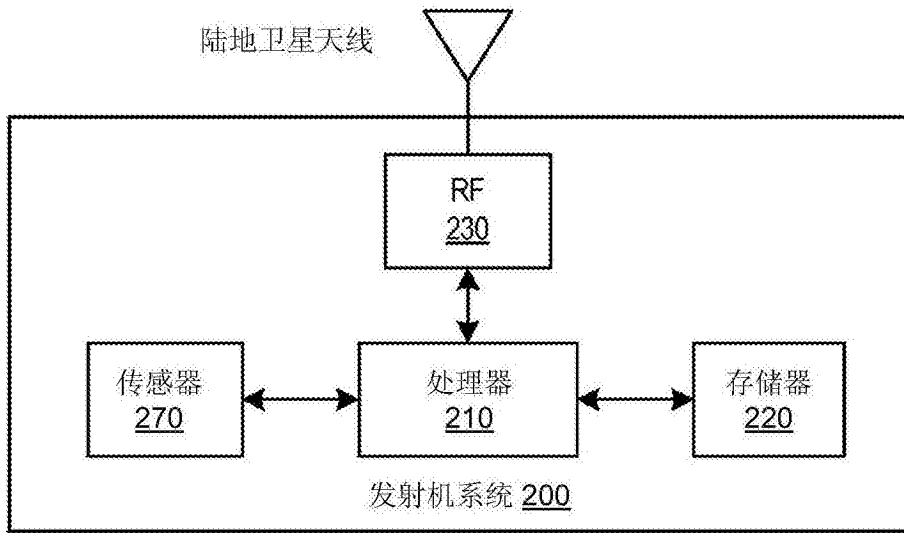


图2

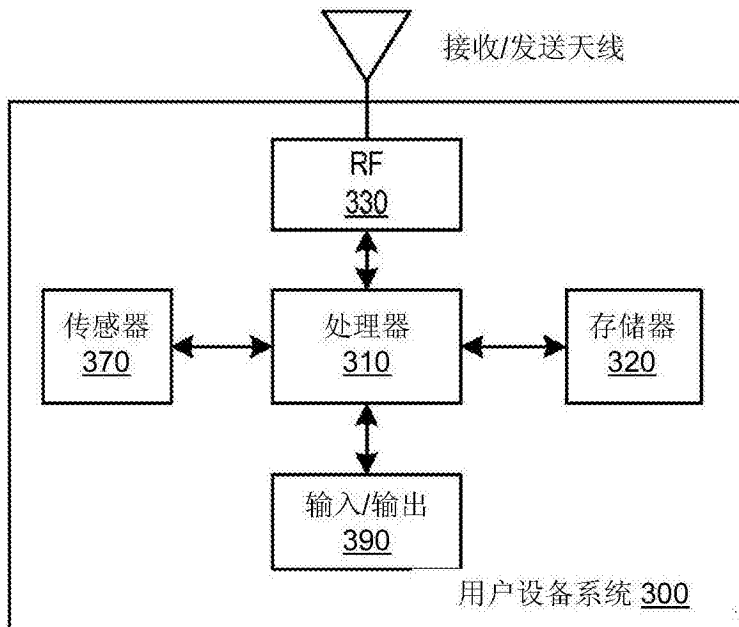


图3

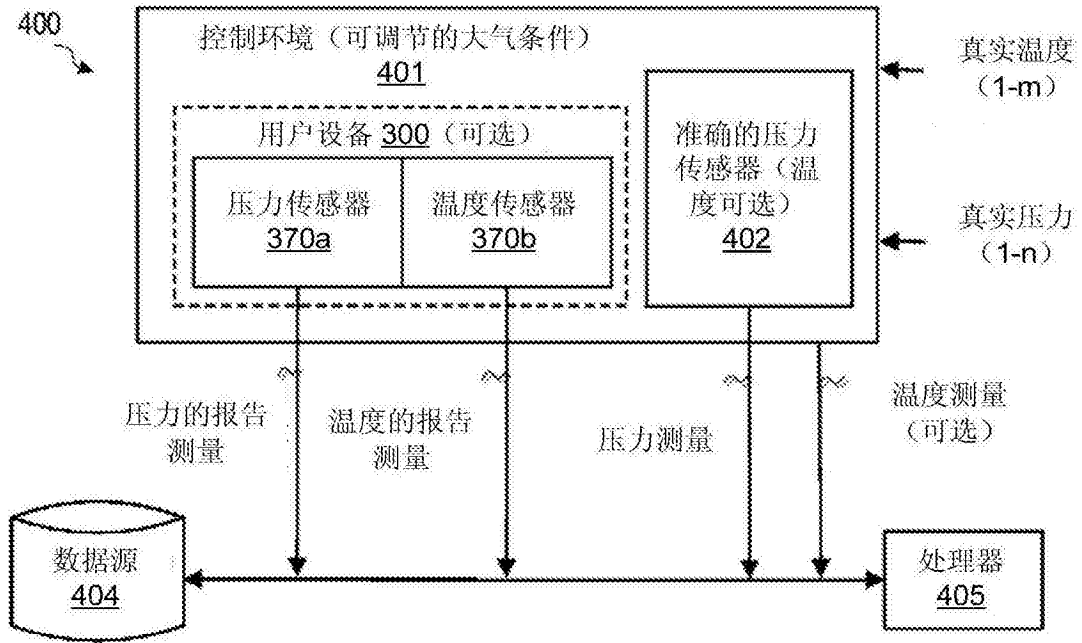


图4

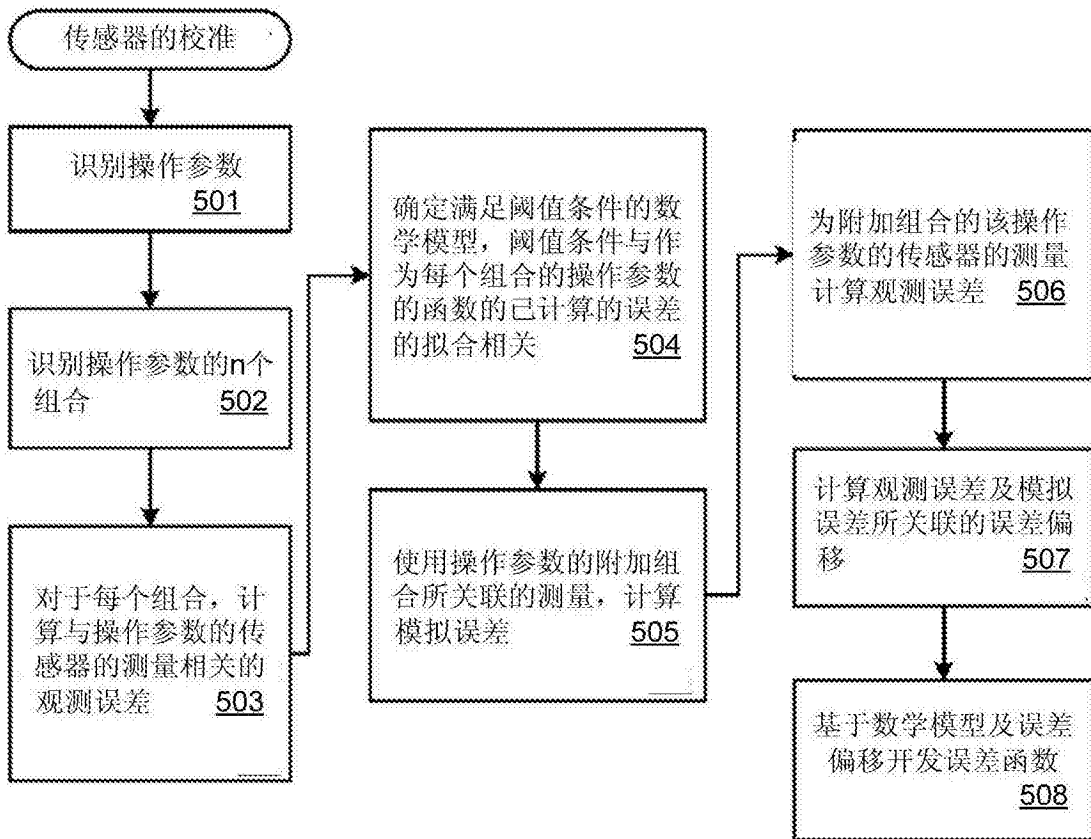


图5

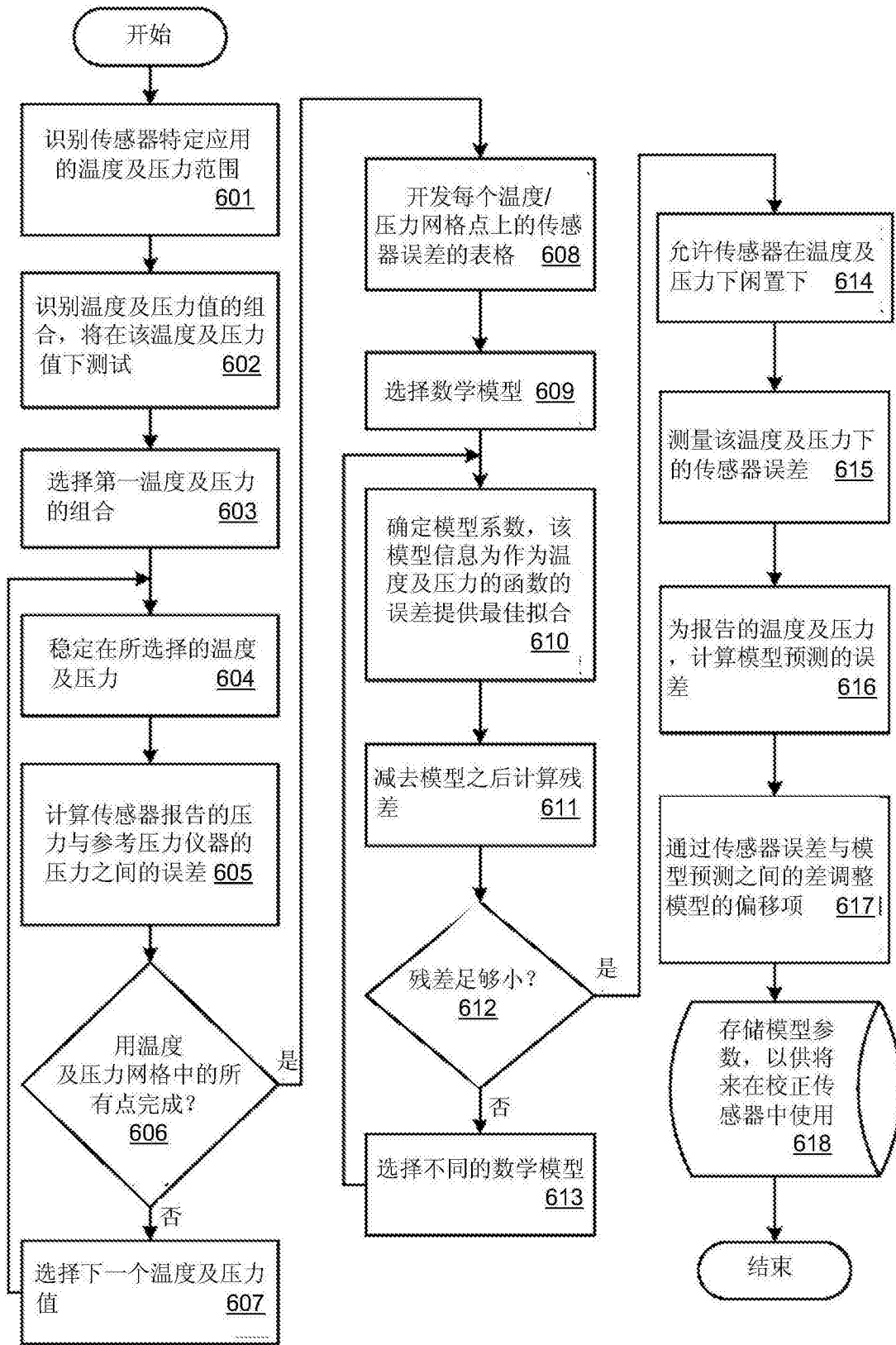


图6

作为压力和温度的函数的测量的误差的图

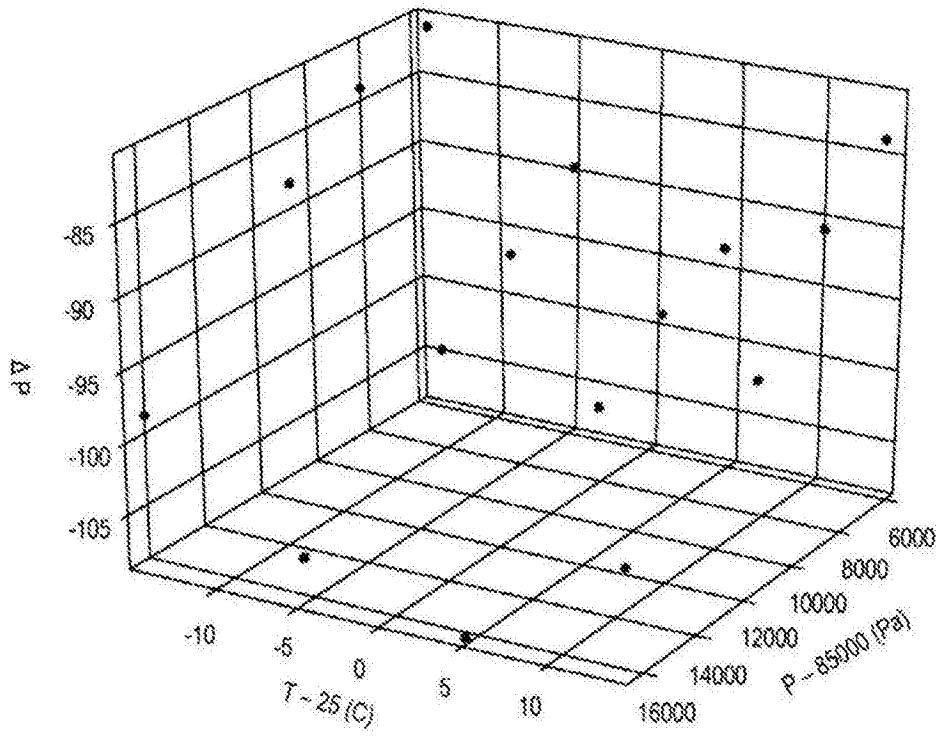


图7

三次多项式拟合图

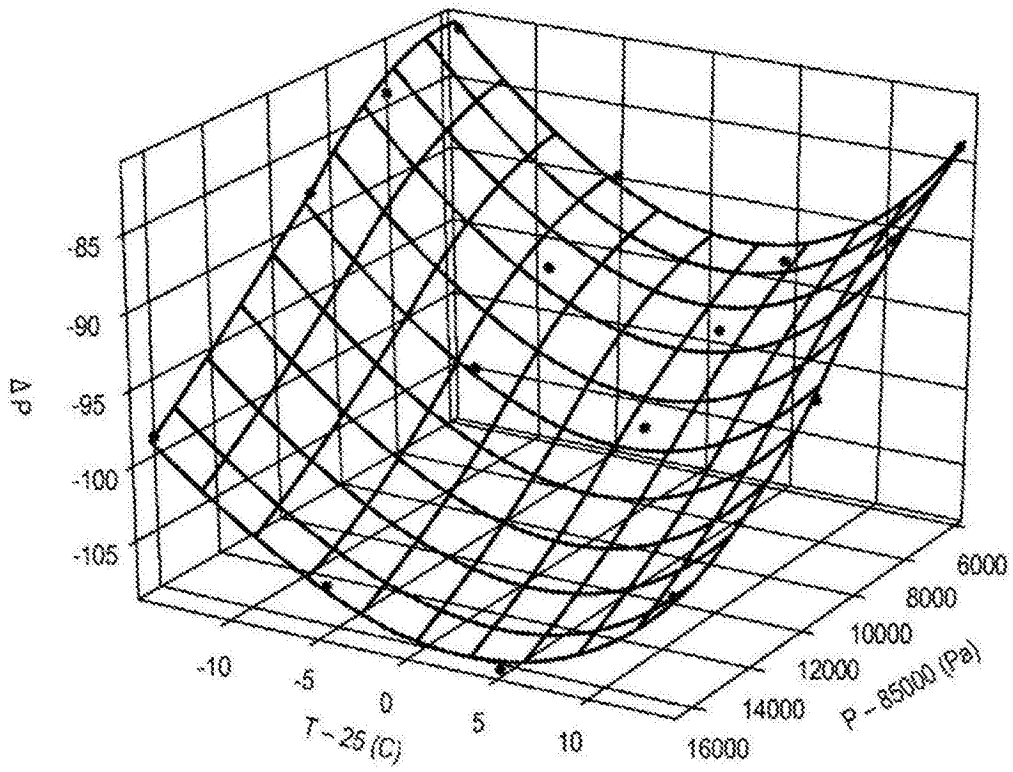


图8

减去三次多项式模型之后残差的图

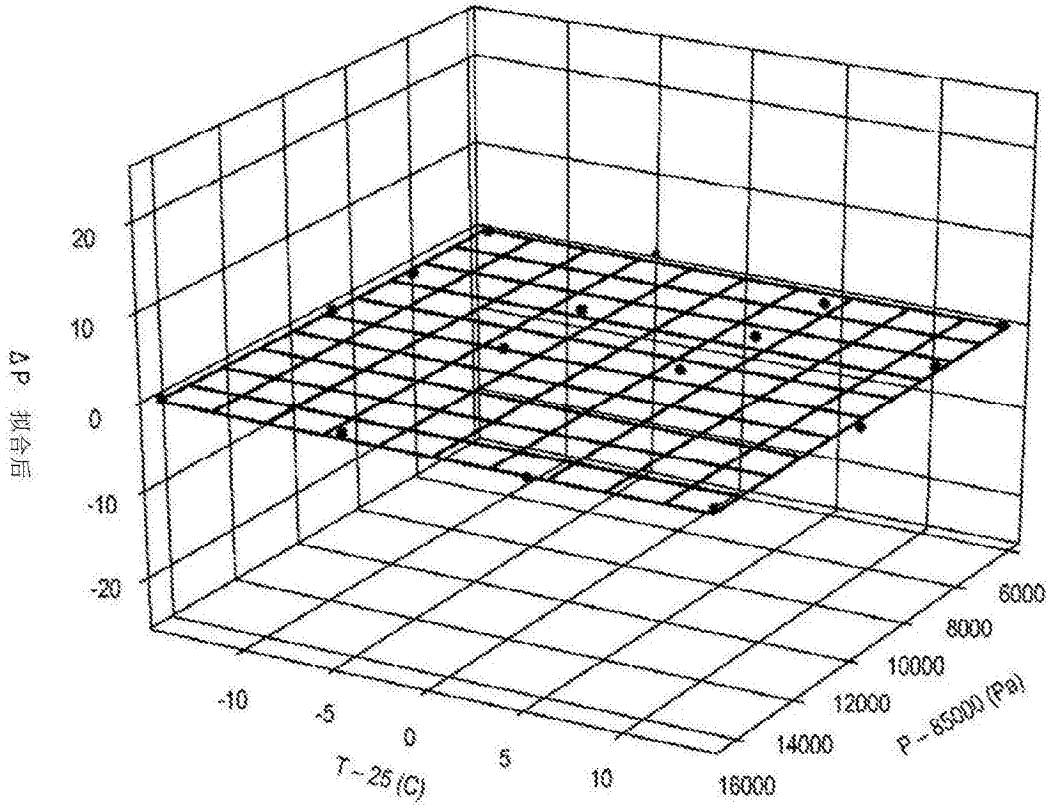


图9