iOS设备，详细点说就是苹果iPhone和iPad，正在越来越多地被用于专业和科学应用。 使用iOS设备进行噪声和振动测量是具有许多优点的应用，因为其体积小，高可用性，低成本并且易于操作。 一种用于测量噪音水平，记录噪音随着时间的变化，对声音进行FFT频谱分析，测量语音可识别度的系统已经建立。 该平台已被开发为使用iPhone或iPad作为主设备。 这造就了一个可随身携带的、低成本的、部署简单的测试测量系统。 本文演示了系统的操作，讨论了硬件设备的精度和限制，并且展示出了它如何能够通过一部移动设备得到普通质量的或具有参考价值的质量的测量结果。

随着iOS设备变得更加强大，他们往往被考虑用在他们最初的预期用途之外的地方。 例如Kardous和Shaw调研了使用多部智能手机进行噪音测量的精度。 他们的研究结果表明，智能手机有能力进行简单的噪音测量，但是使用者需要知道这种测量对不同的音量有不同的有限的精度。

虽然这项研究将范围限定在了测量声音的压力级别上，其实智能手机应用还可以扩展到分析一整套噪声和振动测量。 这个功能可以达成的主要原因是编写自定义的手机软件，尤其是iOS上的软件，对于很多程序员来说是很简单的。

该应用领域中的一个特定的扩展是开发定做的、使用了iOS硬件的软件用于解决声学分析、测量产生的噪音和振动的学术问题。 在本文中，我们研究使用iOS设备应对这些问题所遇到的挑战和潜在的解决方案。

为什么要使用iPhone或iPad？

选择iOS平台作为测试和测量解决方案的主要原因是因为iOS设备的硬件相比于专门为开发者制造的测量音频声音的硬件有很大优势。

比起专门为开发者制造的测量音频声音的硬件，iOS设备的第一个优势是iOS设备具有巨大的经济优势。 举个例子来说， 在iPhone的发展过程中。 七年来，用户所看到的iOS硬件设备九次更新换代，每一个都提供了相比较于上一代更快的速度，更高的可用性，更大的存储容量以及更强的计算能力，但每一代的价格几乎和上一代相同。专门为开发者制造的测量音频声音的硬件设备不具备相同规模的经济可用性。

除了硬件，苹果提供了一个独特的基础架构，以支持更方便的软件接入和系统更新，这比专门为开发者制造的测量音频声音的硬件的刷新固件，或者依靠传统的连接（如RS-232）将软件更新从电脑中传入硬件的方式方便了许多。 因为许多iOS设备是通过无线WiFi或蜂窝连接“ 始终在线”的，一旦iOS的有软件更新可用，它可以被自动更新到该用户的设备上。 该工作流程使得软件保持最新非常实用，同时为最终用户节省时间和精力。

硬件的选择 。 对于定制的声学测试和测量应用的发展，苹果为成功开发和定制软件的部署提供了独特的具有优势的生态系统。 苹果提供所有的苹果硬件的R&D，并为开发者创建和分发软件给用户创造了一个独特的生态系统。

处理器 。 iOS设备采用近桌面级CPU，GPU，浮点协处理器，RAM和存储。用在撰写本文时当前最先进的iPhone来举个例子，它具有高达128 GB的快速，固态存储，一个64位A8硬件芯片与M8运动协处理器和2 GB应用程序RAM。 即使是第一代的iPhone它都包含一个浮点协处理器， 这可以让我们深入了解苹果的意图，使iPhone（并且还有待发布iPad和iPod touch）技术平台，能够支持像测试和测量工具这种高级的应用。

通信 。 使用了测量软件的iPhone 给了用户多个将测量数据提取并将数据从一个远处的测量点传输到基站的选择。 如果有一个可用的Wi-Fi网络时，数据可以在测试结束时或者如果需要事件提醒时实时传送。 如果没有Wi-Fi网络可用，则可以使用蜂窝数据网络。 如果两者都不可用则可以把数据可以存储在本地设备上并在有了网络连接之后上传。

基于云的存储解决方案（比如百度云、Dropbox）是一种直接支持实时文件传输的并可以自动缓存并在有网络连接时自动同步文件的服务。这种服务是一个非常好的展现iOS系统给我们提供的生态环境的优越性的例子。

Dropbox对于iOS应用开发者基本上是“ 即插即用” 的。 通过利用平台内的协议，开发者可以立即访问到这个以云为基础的、在计算机网络市场上随处可见的文件存储以及文件传输系统。 这些服务是快速，安全和跨平台的。 如果用户具有笔记本电脑和多个iOS设备，则使用此服务进行存储策略，既可以进行文件传输和备份。 的时间和精力，这将需要独立开发的专用硬件设备这样的基于云的存储协议，将在很大程度上遥不可及的许多开发。 利用技术，如这让开发人员专注于算法和用户界面设计，测试和测量的软件，而不是安次llary技术进行存储，共享，电子邮件等。

传感器。 许多传感器选择适用于iOS设备。 接下来，讨论内部传感器的精度和限制以及可用的外部传感器的可用性和范围。

内置和其他模拟传感器

内置iOS设备麦克风。 该传感器适用于所有iOS设备，是声级测试中最具成本效益的选项。 它还使最紧凑的测量解决方案，因为最终用户不需要额外的硬件来附加到他们的iOS设备。 但是，它不是没有妥协，并且对于音频测试的准确性和适用性有影响。

针对iOS设备的给定型号的设备内协议一致; 响应麦克风灵敏度和频率响应，可以看到高度相关和重复的测量结果。 然而，在模型中，频率响应变量不平坦。

特别地，低频滚降在设备间变化很大，而且当苹果发布新版本的操作系统时，它也会发生变化。

从iOS 6开始，Apple为模拟输入提供了更多的测试和测量。 测试和测量模式禁用自动增益（为优化语音而设计的压缩机和限制器），并删除大部分高通滤波，这再次被设计用于消除窗口噪声， 从言语流传到

改善手机通讯。 这是对先前模式的改进，但是当该模式被激活时，可以看到变化的输入响应。

图1说明了一些麦克风补偿曲线，可以开发出平滑典型的iOS设备构建的麦克风响应。 平台开发人员能够以编程方式确定其软件正在运行的设备，并通过将应用程序中的所有潜在功能存储在数据库中并根据操作系统所报告的信息选择正确的方法来调整频率响应功能运行。 这是Apple提供的报告工具的一个例子。 在确定设备和平台之后，将适当的修正曲线应用于分析是微不足道的。

第三方，耳机连接的麦克风。 几家公司正在构建插入iOS设备耳机插孔的小型麦克风。 这种方法的一些优点是麦克风距离iOS设备移动了几英寸，麦克风通常包括可以导入iOS应用程序的校准校正曲线（如果该功能得到支持）。 这种方法的缺点包括以下事实：iOS设备的模拟输入电子设备以与内置麦克风类似的方式在灵敏度和频率响应方面不同，如上所述。

另一个缺点是头戴式耳机插孔的输出和输入电子设备之间存在串扰，因此如果输出测试信号与头戴式麦克风一起使用，则某些输出信号会流入输入端。 这与侧面不一样

音调，而是由于接地方案和模拟电子设备造成的伪影。 麦克风和输出都具有相同的地面。 表1报告了耳机插孔输出端的信号在耳机麦克风输入端测量的一些泄漏值。

其他传感器。 许多额外的传感器可供开发者使用

访问和使用他们的应用程序。 这包括诸如陀螺仪，湿度传感器，指南针，环境光线传感器，运动传感器/加速度计和接近传感器之类的传感器。 这显示了开发iOS时可用的丰富的界面。

外部，数字，音频连接的传感器。 从版本7.0开始，iOS通过Apple Camera Connection KitStarting通过闪电或30针连接器支持USB音频输入，并通过连接器支持数字音频。因此，48-k，24位数字音频可以完全绕过所有Apple模拟电子设备和传感器输入到iOS设备中。 在这种情况下，设备只是一个移动计算机，它是主机处理器，用户输入设备和显示器。 有几种类型的设备可以用于输入。

通用USB音频输入设备。 这些包括通用USB音频设备，如Sound Devices USB Pre。 用户将为自己的麦克风提供音频，并在iOS应用程序中校准麦克风灵敏度。 这种方法的挑战包括为USB设备提供电源，因为Apple iOS设备不会提供超过几mA的电源，并保持校准，因为输入电平控制是连续的，可能不会被锁定。 通常，总线供电的外部设备不需要任何额外的驱动器，USB 1将工作。 然而，在某些情况下，不完全支持诸如双面录音或麦克风电源等功能。 在其他情况下，播放或录制过程中可能会导致音频流中断，导致点击和弹出或丢失信息。 这对于测量应用来说不是最佳的。

通用iOS音响配件。 类似于USB输入设备，它们提供数字音频输入路径，通常由外部电源适配器供电。 几个将运行在iOS电源，但这些不会为麦克风提供幻象电源。

测试和测量iOS配件。 这些设备专门用于测试和测量，具有数字音频输入，固定和可重复校准以及内部电池供电的优点，或者它们由iOS设备供电，从而可以在现场远离交流电源使用。 这些包括：

iAudioInterface2 - 设计用于任何幻像供电的麦克风，可与1型兼容麦克风一起使用。 它还提供第二行输入和行输出。 该设备还可以用作其他换能器的音频输入设备，例如输出ICP供电的前置放大器，以便现有的传感器可以与iOS应用一起使用。 该设备支持多种输入和输出级别，以适应不同的设备。

iTestMic - 这是一款2类麦克风，可直接插入，并将灵敏度校准传输到iOS设备，以便读数参考校准的SPL级别。

iPrecisionMic - 这是一款类型1级麦克风，可直接插入，并将其灵敏度传输到应用程序。 它使用螺旋胶囊，可以使用标准SPL校准器（如Bruel＆Kj？4231）进行校准。

用户便利

iOS设备使用简单，价格便宜，易于升级，无处不在。 在大多数情况下，iOS设备比专用硬件便宜。 专用硬件还具有过时，不频繁的软件更新和诸如单色LCD屏幕的缺点的缺点，这使得难以看清数据和结果。

使用iOS设备的另一个好处是更换硬件和附件。 如果工程师在工作中损坏了设备，在大多数情况下，无论他们在世界哪里，都可以找到更换设备。 而且，由于苹果公司为软件许可证管理提供了独特的基础架构，用户所需要做的就是输入他们的Apple ID，几分钟之内，包括软件在内的整个配置被下载到设备中。

充电/同步电缆，电源等配件也是如此。所有这些都可以在本地和廉价地轻松采购。 这是使用iOS设备的一大优势

测试和测量，而不是专门的硬件，如果损坏，将需要昂贵的旅行制造商修理。 在大多数情况下，如果工程师进行工作时，如果设备发生损坏，这将是一个可能危及他/她完成工作的能力的问题。

如前所述，苹果不断创新并发布新版本的硬件，具有更大的屏幕，更多的功能，更高分辨率的显示屏，更多的内存，更多的存储空间，并以与上一个硬件版本相似的价格发布。

示例应用程序

专业测试和测量应用程序。 iTunes App Store包含许多“分贝表”和质量可疑的分析仪。 然而，有几个可用于专业质量声级测试和分析的选项。 Kardous和Shaw1评估了许多智能手机声音测量应用的准确性，发现几个在参考声级计的±2 dB以内是准确的。 他们的结论表明，iOS平台能够根据软件的正确选择进行关键的噪声测量。

Studio Six数字音频工具。 音频工具包括用于SPL记录到1/3倍频程的模块，Ln统计分析，触发电平以上的声音事件记录，FFT分析至1/4倍频程和RTA倍频程和1/3倍频程分析等。 AudioTools算法旨在满足所有1类ANSI和IEC标准，当与合适的硬件一起使用时，整个仪器可能被校准实验室认证为1型仪器。 AudioTools还包括STIPA语音清晰度，LARSA扬声器和房间系统分析，光谱仪，传递功能，脉冲响应等选项。

Faber iO Scope。 Faber Acoustical提供了一些高质量的分析应用程序，包括iO Scope等。

中断的挑战

使用蜂窝电话作为测量设备的缺点是工程师可以容易地被电话呼叫，电子邮件，短信或其他系统消息分心或中断。 幸运的是，该系统提供了最小化这些中断和关键应用的规定，这些应用需要长时间的测量时间而不会中断。 可以打开诸如“飞行模式”的模式，以将iOS设备与外界隔离开来。 此外，可以关闭通知，以便可以消除中断，并且可以将电话转发到另一个号码以防止意外的呼叫进入。

现实世界的应用

使用基于iPhone的系统进行测试和测量的一种情况来自高级技术专家, Atrega的NVH,曾经是特斯拉汽车公司的正式高级技术专家，Greg Goetchius。 iPhone和测量软件（AudioTools）被用作主要诊断工具，用于收集噪声数据并确定声源。 该软件和硬件也用于分析正在测量的噪声的频率和相对dB电平。

声学分析技术涉及实时使用应用程序、快速傅里叶变换和实时分析。 这通常是用于在测试期间获取有害噪音的快照。 另外一个挑战是，这些车辆测试驱动器往往远离主测试实验室或制造设施。 主要目标是获得准确的噪音快照，并拥有一个价格实惠且随时可用的测量系统。 技术人员直接从iPhone屏幕读取频谱分量和相对dB电平。 这些因素往往表明噪音的可能来源，因此可采取对应的措施。