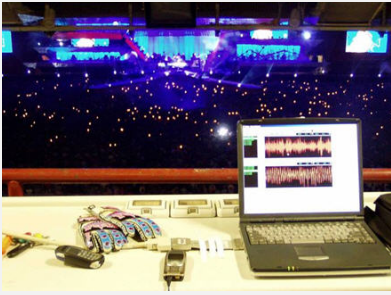


梅亚查体育场使用 CompactRIO 平台搭建先进的结构 监测系统



这是在U2的演唱会上，使用 NI LabVIEW 和 CompactRIO 显示出的振动测量的 振动监测系统

"使用 LabVIEW 和 CompactRIO 平台，系统的软件架构变得非常灵活—— 无需高级软件技巧，即可在任何时刻做对系统任意的修改。"

- Giovanni Moschioni, [The Politecnico di Milano](#)

The Challenge:

为大型体育场的结构 监测搭建一个连续、 实时的振动监控系统。

The Solution:

米兰理工大学根据建 筑物结构设计和开发 一个分布式监控和数据采集/ 存储系 统。整个系统坚固耐 用、适用于体育场环境并且可以克服高 温、强振以及复杂的 电磁环境等不利因素。

Author (s):

Giovanni Moschioni - [The Politecnico di Milano](#)

A. Caprioli - The Politecnico di Milano

A. Cigada - The Politecnico di Milano

M. Vanali - The Politecnico di Milano

米兰的梅亚查体育场（又名圣西罗）作为 大型体育场，一直面 临着一些建筑结构上 问题，比如人们使用 建筑物内部设施带来 的结构应力（举办音 乐会时乐曲、歌曲带 来的振动）。米兰市 政府请米兰理工大学（是意大利最大也最 负盛名理工科大学）对梅亚查体育场进行 研究，并设计一个新型的监控系统，能够 测量振动、金属部件 腐蚀和其他物理参 数。整个监控系统必须坚固耐用、适用于 体育场环境，可以克 服高温、强振以及复 杂的电磁环境等不利 因素。



图1. 梅亚查体育场

米兰梅亚查体育场兴 建于1925 年，与50 年代和 80 年代扩建了中 圈和外圈看台，可容 纳八万名观众。最初 体育场用于足球比 赛，从80年代后期 开始，体育场也举办 非体育活动，比如音 乐会、演唱会等。在 足球比赛和音乐会 期间，人们会感觉到 体育场有强烈振动。 这是由于成千上万 的人随着音乐的旋律 跳跃和舞动引起的。 为了应对这样的问题， 米 兰理工使用结构评 估、模态分析、动 / 静态测量和腐蚀 测评等方法研究了体 育场的状态。通过大 量的实验和数据分析 表明，有必要为进行 振动、应力、温度 和其他物理量的定量 分析搭建一个实时监 控系统，以评估长时 间下体育场的结构特 性、变化趋势，并预 报危险情况。

体育场举办音乐活动 时，观众随着旋律摇 摆、舞动或者跳跃， 引起结构振动。振动 幅度随着这种由观众 引起的、交替性的外 力而变化。振动的强 度不仅于观众人有 关，如果歌曲的节奏（引起的观众的运 动）与结构的固有频 率匹配时，振动会明 显加强。因此，需要 测量这种情况下的振 动，在达到引起破坏 的量级之前采取控制 措施。

监控系统必须连续测 量0~50Hz振动 范围内相关的物理 量，进行可靠的数据 采集、存储和传输。 米兰理工大学的力学 和热学测量组曾经为 很多建筑搭建过实时 监控系统，在这一领 域享有盛誉。对于梅 亚查体育场的应用， 他们基于 CompactRIO 平台搭建一个业内领 先水平的系统，并利 用LabVIEW图形化编程环境开发了 功能强大的软件程 序。

传感器的功能是量化 各种物理量，从传感 器的角度来看，为了 尽可能保证采集精 度，采集模块和传感 器之间的连线需要尽 可能的缩短。从网络 的角度来看，布线越 长越好，这样采集模 块可以集中而变少。 因此这两者之间有一 个妥协。因为测量中 大量使用了加速度 计，所以使用ICP 标准的加速度计可在 两者之间找到比较好 的平衡。

PC 安放在一个受 保护的环境中，作为 系统的主控端。在通 常的操作条件下，他 主要是收集和分析各 个采集节点上的数 据。在搭建过程中， 它还可以在配置节点 和校准传感器时作为 人机界面。PC 还 可以作为 Internet 网上远程访问本系统 的网关。这个测试系 统的关键部分是如何 经济有效的放置分布 式的数

据采集节点。最终目 的就是在上万部手 机、成百电视信号收 发天线和无数的电力 传输的环境下，减少 传感器连线，改善采 集效果。



图2. 监控系统的主控室

使用 CompactRIO，系统有了可靠的数据 采集节点，并且把数 据有效的存储在本 地。通常主控PC 负责协调这些节点， 并且控制数据存储和 回传。如果主控 PC 不能正常工 作，每一个 CompactRIO 节点仍然可以采集数 据，并独立保存数天 的数据。CompactRIO 提供了强大的计算和 存储功能，小巧的体 积，并能承受高湿度 等不利环境因素。目 前整个体育场的监控 系统使用了14 套 CompactRIO 硬件设备。

此外，很重要的是它 还具有很好的扩展、 升级的性能。一个大 规模的系统节点数和 信号接入类型非常重 要。尤其对于动态信 号采集， CompactRIO 平台还提供了数字和 模拟的滤波器。

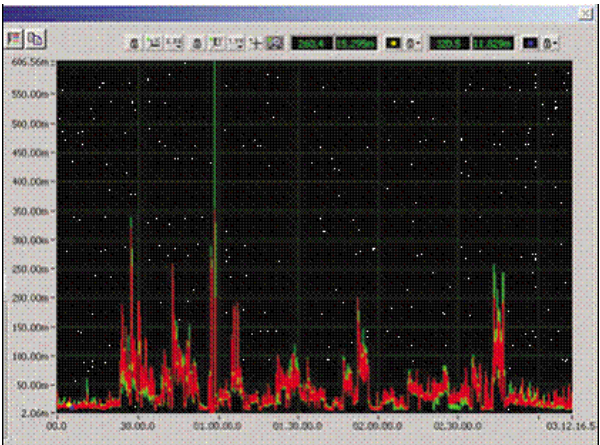
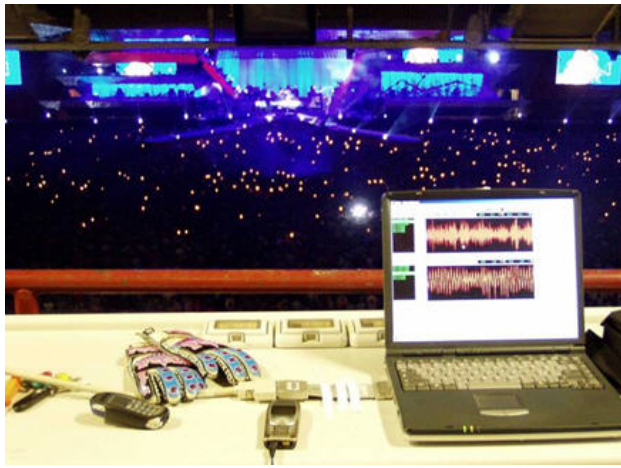


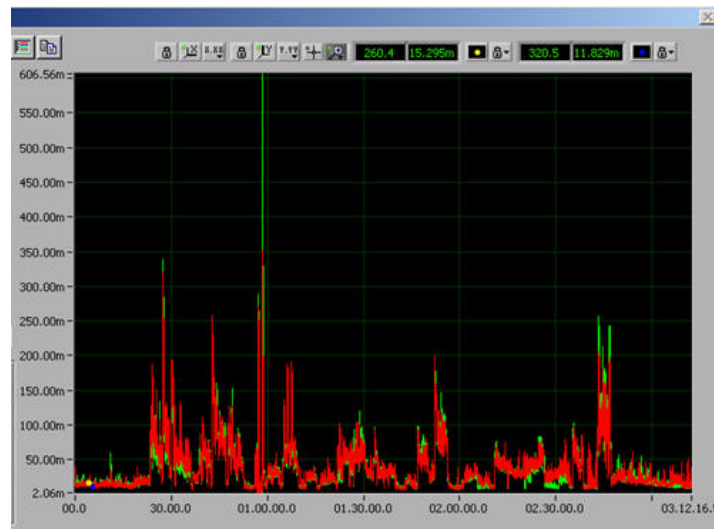
图3. 振动信号分析界面

LabVIEW 是一种方便快捷的开发 语言，力学组的研究 人员一部分工作必须 深入结合采集系统。使用 LabVIEW，不 需要无需高级软件技 巧，即可在任何时刻 做对系统任意的修 改。系统的管理软件 提供了非常灵活、便 捷界面，从底层配置 到常规控制。经过长 时间运行，证明系统 稳定可靠。最后，作 者致谢米兰市政府、 国际和米兰足球协会 的支持。

Author Information:
Giovanni Moschioni
[The Politecnico di Milano](#)
Tel: 39- 0-2-2399- 8584



这是在U2的演唱会上，使用 NILabVIEW 和 CompactRIO 显示出的振动测量的 振动监测系统



此LabVIEW界面显示的是在U2演唱会上振动水平，横轴表示时间，纵轴表示振动

Legal

This case study (this "case study") was developed by a National Instruments ("NI") customer. THIS CASE STUDY IS PROVIDED "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND AND SUBJECT TO CERTAIN RESTRICTIONS AS MORE SPECIFICALLY SET FORTH IN NI.COM'S TERMS OF USE (<http://ni.com/legal/termsofuse/unitedstates/us/>).