

## Phantom 摄像机以高分辨率成功捕捉到加速轮胎的应变

在高速摄像机的帮助下，工程师使用数字图像相关 (DIC) 观察到了加速的悍马轮胎表面的微观应变和位移。

加速时轮胎会发生怎样的变化？在人眼看来，轮胎似乎只是简单地快速而平稳地旋转。但是这些观察结果只是表面上的认识。

为了研究加速轮胎的动态行为，Vision Research 和 Trillion Quality Systems 的工程师团队转向了一种称为数字图像相关 (DIC) 的光学测量技术。作为受“北约科学促进和平与安全计划”支持的阿拉巴马大学伯明翰分校项目的一部分，工程师们使用 DIC 绘制了加速到 65 英里/小时的轮胎表面的应变和位移。DIC 使用两台同步成像设备，在这个案例中，两台 Phantom v2640 高速摄像机能够以每秒 6,600 帧的速度捕捉 400 万像素图像。通过将高速镜头与 3D 运动跟踪软件相结合，工程师观察到了低至微米级的表面变形。

这项研究是最早以这种精度研究轮胎如何在高速和加速过程中运转的研究之一。借助高速成像的强大功能，工程师们对迄今为止只是理论的东西进行了实验性研究。

## DIC 与传统的测量技术

与传统传感器（如应变仪）的点测量不同，DIC 能够对三维变形形状进行全场分析。该技术利用两台同步的高速摄像机，从不同角度拍摄物体。然后，DIC 软件将图像关联成一个 3D 网格。“就像您用两只眼睛来看这个三维世界一样，您需要两台摄像机来观察同一个物体才能生成一个三维模型，” Trillion 销售总监 Jonathan Pickworth 解释道。

与传统传感器不同，DIC 是非接触式的，具有多种优势。首先，它无需在物体表面上使用机械传感器，例如应变仪、伸长计、振动计和加速度计等。“特别是如果这些传感器没有在表面上均匀分布，它们可能会扰乱系统并导致不准确的测量结果” Vision Research 的应用工程师 Kyle Gilroy 解释道。DIC 的设置不繁琐且耗时较少，它利用绘制在物体表面上的散斑图案，在高速拍摄过程中为摄像机提供焦点。

通过这种方式，DIC 可以在一个区域内提供来自更多数据点的测量数据，而不会干扰系统。然后，工程师可以使用专业软件分析物体如何自由移动、发生振动或改变形状。



DIC 利用绘制在物体表面上的散斑图案，在高速拍摄过程中为摄像机提供焦点。

### DIC 和振动分析

除了评估应变和位移外，工程师还可以利用 DIC 进行振动和模态分析。因此，DIC 在振动测试中发挥着重要作用，可在批量生产组件之前评估组件的振动或振荡行为。与用于振动分析的其他技术不同，DIC 无需使用物理传感器，并且不局限于少数的几个数据点。

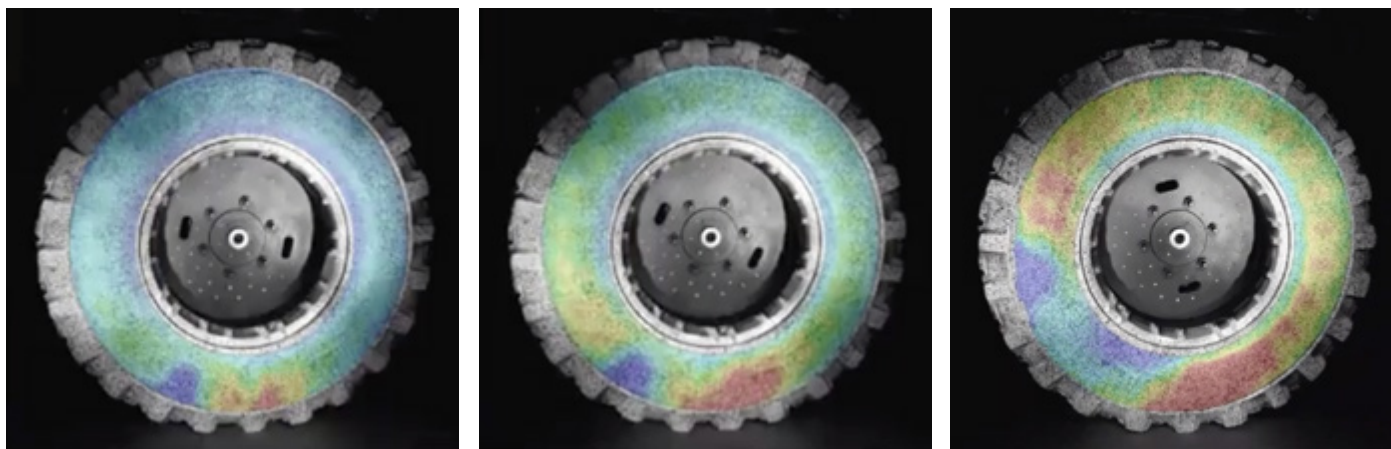
虽然工程师没有在轮胎实验中进行振动分析，但 Vision Research 的高速摄像机和 Trillion 的测量系统（尤其是 ARAMIS 和 GOM Correlate）支持这种 DIC 功能。为了用摄像机测量频率，工程师录制的速度需要至少是感兴趣的最高振动频率的两倍。使用像 Phantom v2640 这样的高端摄像机，可以非常精确地测量快速振动和冲击现象。Winterhoff 说：“由于其可在快速帧速率下提供高分辨率的特殊能力，这款摄像机还可以让我们在更高频率下看到更低的振幅。”

## 加速悍马轮胎

在弗吉尼亚州奥尔顿的国家轮胎研究中心 (NTRC) 进行的一项实验中, 工程师们使用 DIC 研究了加速轮胎表面的应变和位移。他们将 GOM Correlate (Trilion 的 DIC 和 3D 运动跟踪软件) 与两台 Phantom v2640 高速摄像机相结合。

为了模拟一辆悍马的行为, 团队装上了轮胎并为其充满了压力。然后, 在将散斑图案应用到轮胎表面后, 工程师触发了摄像机, 使其以 2,048 x 1,952 的分辨率和 4,800 帧/秒 (fps) 的速度拍摄加速过程。为了评估表面位移和应变, 他们然后通过 GOM Correlate 查看了高速镜头, GOM Correlate 将微观层面的表面变形表示为彩色偏差, 就像计算机模拟一样。

“v2640 摄像机的独特之处在于我们能够以超高分辨率捕捉到出色的应变梯度,” Trilion 的应用工程师 DJ Winterhoff 表示。“我们注意到在测试开始的瞬间发生了扭转应变。这种扭转特征可能意味着一些能量损失。将悍马轮胎设计得更加坚硬可能会产生更好的牵引力, 从而使轮胎更快地加速。”



Phantom v2640 摄像机以 4,800 fps 的速度和 2,048 x 1,952 的分辨率录制了轮胎的加速过程。为了评估表面位移和应变, 团队通过 GOM Correlate 查看了镜头, GOM Correlate 将微观层面的表面变形表示为彩色偏差。

**“v2640 摄像机的独特之处在于我们能够以超高分辨率捕捉到出色的应变梯度,” Trilion 的应用工程师 DJ Winterhoff 表示。**

## 对速度的需求: 选择合适的摄像机

有效的 DIC 分析需要合适的高速摄像机。Gilroy 说：“我们想观察应变等变形是如何随着时间变化的”。“如果使用较慢的摄像机，帧之间会丢失太多数据。最后只能得到所发生事件的短暂、不连续镜头。”话虽如此，实际上所需的帧速率取决于具体的应用。例如，测量穿过玻璃的子弹需要 1 百万 fps。而以 60 英里/小时速度旋转的轮胎仅需要 4,000-6,000 fps。

为了取得成功，摄像机应以所需的帧速率提供最高分辨率，以最佳地捕捉散斑图案的精细纹理。Phantom v2640 的独特之处在于它同时具有极高的帧速率和分辨率。例如，摄像机可以 2048 x 1920 的全分辨率和 6,600 fps 的速度拍摄对象，在降低分辨率时，它的速度甚至可以超过 190,000 fps。与大多数使用 100 万像素传感器的 DIC 高速摄像机不同，v2640 采用特制的 CMOS 400 万像素传感器，是同类产品速度最快、感光灵敏度最高的摄像机。

“摄像机能够在非常高的帧速率下实现超高分辨率，这为我们提供了额外的空间分辨率，使我们可以更加彻底地分析轮胎的应变，” Gilroy 说。“最后，我们学到了很多关于轮胎如何在高速和加速下运转的知识，现在我们可以用实验来支撑现有的理论。”



Phantom v2640

## trilion

Trilion 是一家总部位于宾夕法尼亚州的科学设备供应商，主要开发用于测量材料特性、结构响应和产品质量的 3D 光学测量和检测测试设备。



某些 Phantom 摄像机符合出口许可标准。有关更多信息，请访问 [www.phantomcameras.cn/export](http://www.phantomcameras.cn/export)。