

光品质特性之暂态光视觉效应

为什么不应该使用手机测量闪烁或频闪效应？

有人试图利用手机摄像头评估暂态光视觉效应（Temporal Light Artefacts, TLA，包括闪烁和频闪效应）。事实上，使用手机摄像头用于比较或者评判 LED 照明产品的 TLA 性能时，操作复杂，得出的结果也不可靠，所以“使用手机测量暂态光视觉效应（TLA）”其实是一个伪命题。通过测量频闪效可视度（SVM），是描述人体对经调制的光反应唯一正确的方法。

TLA：闪烁和频闪效应

暂态光视觉效应（TLA）是对以下两类需要避免的光视觉现象的总称：

- 闪烁，指人眼能直接感知到的光波动¹，具体的学术定义是：“处在静态环境中的静态观察者，对于亮度或光谱分布随时间波动的光刺激引起的视觉不稳定性的感知”。使人感知到闪烁的光变化频率为 0 至 80Hz 之间。
- 频闪效应²，具体的学术定义是：“处在非静态环境中的静态观察者，由于亮度或光谱分布随时间波动的光刺激引起的对运动变化的感知”。该效应只有当静止的观察者附近有运动物体时，观察者的眼睛才能够感知。使人明显感知频闪效应的光变化频率为 80Hz 至 2kHz。

闪烁与频闪效应现象都会令人不适，可能引起头痛，或者引发事故。包括白炽灯、LED 灯等各类光源都可能产生以上情况。

利用手机摄像头测量暂态光视觉效应（TLA）

闪烁是可以直接由人眼观察到的，所以无需借手机摄像头的摄像头。频闪效应则不同。

处于静态环境中（观察者静止，且周围没有运动的被观察物体）的人眼是无法察觉频闪效应的，而手机摄像头可以对光随时间的变化做出反应：在手机显示屏上会将光随时间的变化表现为条纹效果（banding effect）。但各种其他因素和手机摄像头自身的技术规格都会对最后的显示效果产生很大影响。影响的因素包括：摄像头每秒的卷帘快门效应、手机显示屏的刷新帧率、摄像头自动挡的设置参数等。手机摄像头一般使用 CMOS 摄像芯片和卷帘式快门，卷帘式快门是为了保证成像传感器的像素逐行感光并被及时读取，但这导致成像存在明暗条纹。刷新帧率（Frame Rate, FPS）与光的变化频率的关系导致这些明暗条纹在手机的显示屏上按一定的速度滚动。根据刷新帧率和光源的光变化的频率不同，或多或少都会看见明暗条纹。

不了解情况的用户尝试使用手机摄像头测量“频闪效应”，他们认为照片或视频上的“条纹”表明存在“频闪效应”。而事实上您在这类照片或者视频中实际看到的是手机的摄像刷新帧率是否刚好与光变化的频率产生相互干扰的效果。

单位： P_{st}^{LM} （短期闪烁指数）

单位：SVM（频闪效应可视度）

周围环境的光亮度、与被测光源的距离、被测光源的亮度和手机摄像头的软硬件设置对您在手机屏幕上看到的结果都有很大的影响。在手机显示屏上是否能观察到频闪效应，以及频闪效应的表现形式（条纹）都显著地受到手机自动拍照/摄像的软硬件参数设置的影响，如快门曝光时间，而快门曝光时间的长短取决于环境光亮度。

声称能检测“闪烁”的应用程序

有些手机应用程序宣称能测量“闪烁”。这些手机应用程序在手机的摄像头的技术限值范围内通过控制曝光时间，试图预测闪烁或频闪效应。但是，您不要轻易根据这些应用程序就得出定论。很明显，这些应用程序所谓测量的准确度和灵敏度与手机摄像头在被测照明环境下的曝光工作模式有关，其测量结果受到很多因素影响，如摄像头自身的移动、被测量表面的均匀度，所以得出的结果或者表现形式常常前后不一致。这些应用程序通常试图测量两个技术参数：闪烁指数或闪烁百分比，但这两个技术参数并不足以对“闪烁”和“频闪效应”进行量化测量。

频闪效应可视度（SVM）是测量频闪效应的最佳方法

在合适的环境下，使用手机摄像功能可以观察到光随时间的变化。但使用者需要注意，这种方法很容易被手机的摄像功能所误导。在手机屏幕上看到的和人眼感知的之间并没有关联。检测和测量光源频闪效应的最佳方法是通过测量频闪效应可视度（SVM），世界各地的实验室都使用该方法对各类光源进行检测。有关测量设备也已经可以在第三方供应商购买，如 [UPRtek 公司的 MF250N](#)、[Everfine 远方光电的 LFA-3000](#)，具体可参考以下官网：

注：

- [Everfine 远方光电设备 LFA-3000 官网介绍：](#)
<http://www.everfine.net/en/productsinfo.php?cid=32&id=395#>
- [UPRtek 公司 MF250N 设备官网介绍：](#)
<https://www.uprtek.com/en/product/Handheld-LED-Flicker-Meter/MF250N-Flicker-Meter.html>

因此，我们强烈建议不要使用手机的摄像或者拍照功能来测量频闪效应，或者评价光源的性能表现。

其它参考资料

IEC TR 61547-1 第 2 版：普通照明用设备 EMC 抗扰度要求 第 1 部分：一种光闪烁计和电压波动抗干扰性试验方法

IEC TR 63158 第 1 版：普通照明用设备 照明设备频闪效应的客观试验方法

NEMA 77：暂态光视觉效应：试验方法和合格标准指南