



尼康NIS-Elements Denoise.ai软件：运用深度学习对共聚焦图像数据降噪化处理

噪音是共聚焦图像常见的信号干扰元素之一，来自于对样本连续发射光子进行离散型数字化采样过程中形成的。噪音对图像质量（信噪比）的影响会随着信号的减小以平方根函数的形式而增大。尼康利用经过训练的神经网络，通过人工智能消除共聚焦图像数据中的散粒噪音，从而提高图像质量以及快速采集弱信号样本的能力。NIS-Elements软件的Denoise.ai将部署这种经过训练的网络用于图像实时采集或采集后降噪处理。

尼康NIS-Elements软件的Denoise.ai功能是以消除图像散粒噪音为目标开发的。众所周知，所有成像模式捕捉的图像都包含有信号和噪音成分，而散粒噪音主要是为获取样本图像，对从样本发射的光子进行离散采样的数字化过程中产生的。散粒噪音遵循泊松分布，一般按输入信号的平方根计算。所以，随着信号水平的下降，散粒噪音对信噪比（SNR）的影响会急剧增大。

共聚焦图像中的噪音以散粒噪音为主，且噪音源基本上被限定为同一个来源，这使得共聚焦图像成为理想的深度学习对象。尼康采用的卷积神经网络用获得的几千例尼康共聚焦数据进行编码，赋予输入图像学习权重，并经由网络学习完成关联和识别模式，其中最通用的模式就是几乎适用于所有图像的泊松（散粒）噪音模式。

接着训练该网络识别和消除共聚焦数据集中的散粒噪音。然后可以在图形处理单元（GPU）上启用进行快速计算，甚至可进行实时降噪。这些功能将在NIS-Elements软件的Denoise.ai插件中很好地实现。

因此，该网络能够估算和检测噪音对输入图像的影响，然后消除输出数据的噪音成分。结果数据保留了与原始图像数据相同的强度和结构，而仅仅消除了强度方差（图1）。噪音成分的消除大大提高了输出图像的质量，特别是弱信号图像输出数据的质量。

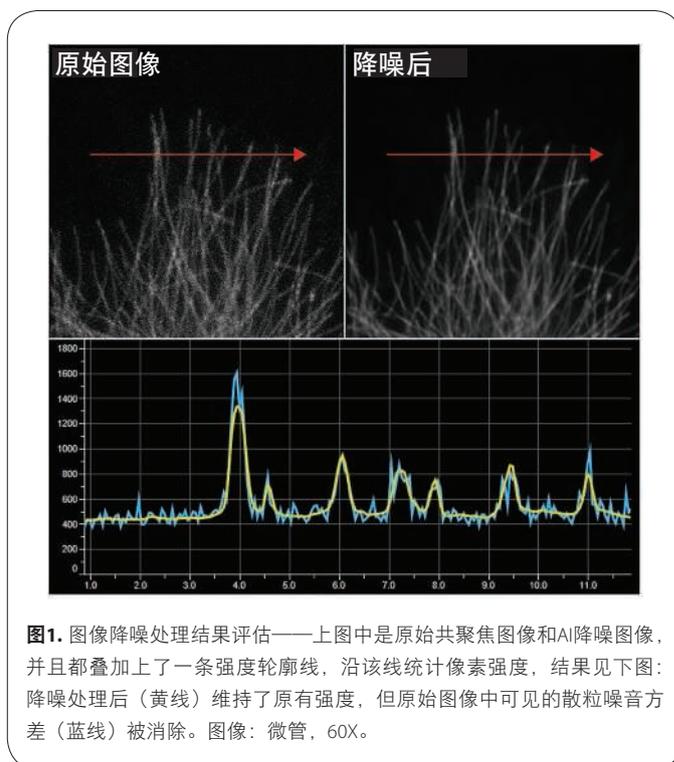


图1. 图像降噪处理结果评估——上图中是原始共聚焦图像和AI降噪图像，并且都叠加上了一强度轮廓线，沿该线统计像素强度，结果见下图：降噪处理后（黄线）维持了原有强度，但原始图像中可见的散粒噪音方差（蓝线）被消除。图像：微管，60X。

图2中展示了共聚焦图像中散粒噪音的消除功能，使得用户的图像采集选择更为灵活。一般来说，在共聚焦成像中利用多帧取平均或增加像素驻留时间来减轻散粒噪音的影响，但这会导致采样频率下降和照明遍数增加，这两种方式皆不利于光照敏感标本。照明时间越长和照明遍数越多，采集速度越慢，增加了样本荧光漂白的风险。因此这些传统的降噪措施常常带来降噪后的相反效果，因为样本成像次数越多，其信噪比可能因为光漂白影响而越低。

Mike Davis

Product & Technologies, Nikon instruments Inc., Melville, NY, USA.
e-mail: mike.davis@nikon.com

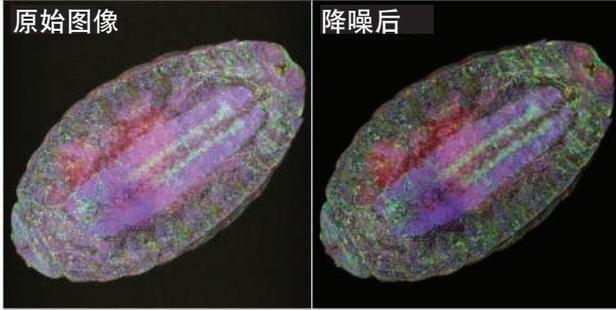


图2. 传统图像结果—驻留时间 $0.1\ \mu\text{s}$ 且没有求平均的原始高速共振扫描共聚焦图像，以及应用denoise.ai的降噪处理结果。图像：果蝇胚胎，20X。

此外，利用人工智能（AI）对原始图像降噪处理，可在不需要增加图像采集的额外次数、也不用降低采集速度情况下而将图像质量提升8-16倍。这意味着还允许客户可以在采集数据时增大采集频率和/或减小激发功率。而当采样频率增大以及成像需要的采集次数减少时，样本上的照明时间将大为缩短，同时还具备捕捉更快事件图像数据的能力。另外对于图像数据采集而言，将成像速度提高8-16倍或者捕捉8-16倍的数据点可为用户数据收集带来极高的价值。

人工智能已在诊断成像领域中被普遍接受，并日益成为深受各类应用欢迎的有效工具。其相对传统数学方法的优越之处在于快速和令人惊叹的准确性。不过，如何去验证AI计算的降噪结果，并在计算分析中适当的利用也是至关重要的。

鉴于运用深度学习识别和消除散粒噪音，输入数据应具有足够的信噪比，使得散粒噪音能够真正从信号中区分出来。只要信噪比足够高，就可以轻松消除遵循泊松噪音分布的强度方差。

为辅助用户评估图像质量，尼康NIS-Elements还提供了测量图像信噪比的实时工具，以引导用户去设置共聚焦成像参数，从而直接输出经过降噪处理后的图像。根据需求，用户也可以采集真实有效值的图像（为提高信噪比而用传统方法采集的图像，如求平均、积分或增大像素驻留时间），以便直接与AI降噪图像比较，评估图像数据中的噪音方差是否成功消除。

Denoise.ai不仅能降低照明功率，提高快速共聚焦成像的采集频率，还能极大改善被散粒噪音破坏的图像质量。对于高频瞬时事件来说，它意味着根本无法通过成像来成功捕获差异性，而图像质量的提高能让用户更加清晰地观察结构、长时间观察追踪目标，或者帮助找到并聚焦快速移动的目标。

当前，随着荧光探针不断完善、基因编辑技术日渐普及，而样本标记密度不断降低，器械也朝着采集频率更高、照明功率更低的趋势不断发展，荧光检测的诸多挑战仍将继续存在。人工智能在图像降噪技术上的应用可为提高下游分析输出数据的质量提供巨大的帮助。