



数字图像细节增强 (DDE)

红外成像系统的性能通常以探测距离来衡量。这对于安防监控系统来说，当然是合情合理的，因为用户都想知道他能“看”到或是探测到多远之外的人或车辆之类的目标。但实际情况是，即使目标处于系统的理论探测距离内，也可能难以探测。有一个常被忽视的因素是高动态范围场景导致的问题。因为即使系统能够解析到目标，还必须准确知道目标位于什么信号区间，才能将其显示给用户。而这一过程无疑会大大增加探测时间，更糟的是：系统可能因此漏测某些状况。

什么是 DDE?

FLIR Systems 研发出一种强大的算法，帮助用户解决在高动态范围场景中定位低对比度目标的难题。此算法称为数字图像细节增强 (DDE)。DDE 是一种高级非线性图像处理算法，可以保留高动态范围图像中的细节。图像细节得到增强，从而与原始图像背景的总动态范围相匹配。这样即使在温度变化十分显著的场景中，操作员也能够看清细节。

为什么高动态范围会成为问题?

答案在于人体视觉系统和典型视频接口的局限性。人类只能识别图像中约 128 级灰阶 (7 位)。对于红外热像仪而言，挑战在于将隐藏在 14 位信号 (>15000 级灰阶) 中的信息映射为人类可以识别的 7 位信号。此外，许多模拟和数字视频接口都要求采用 8 位，因此即使最终用户并非人类 (例如，目标跟踪器)，也需要将动态范围有效地限制为 256 级灰阶。

DDE 不就是直方图均衡化吗?

不是。直方图均衡化 (HE) 及其许多变体的工作模式都是“较高动态范围 (对比度) 摄取主体温度区域的图像，较低动态范围摄取非主体温度区域的图像”。而 DDE 均衡地增强所有细节，无论目标处于怎样的温度范围。也就是说，假设一个小的热物体处于冷背景当中，小物体拥有的细节也和代表该主体温度范围的背景一样清晰。

理论例证：通过以下三幅图像中的五个理论靶标 ($\Delta T \approx 200\text{mK}$) 图像，对线性

AGC、HE 和 DDE 进行比较，起初五个靶标均未显现。每个靶标温度都比背景温度高约 200mK。

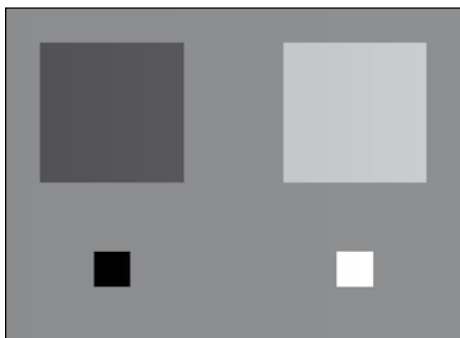


图 1：标准 AGC - 靶标不可见

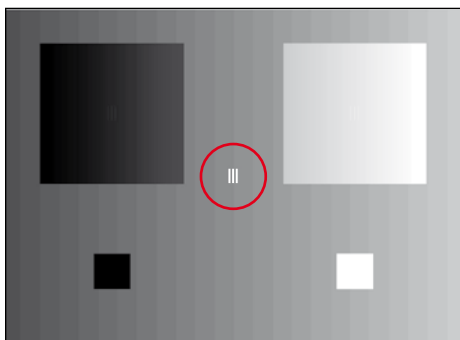


图 2：HE - 只有一个靶标可见

标准 AGC 算法没有提高图像质量 (图 1)。图 2 所示图像使用直方图均衡化进行了增强。但不出所料，只能观测到中心靶标，因为它恰好处于此场景的主体动态范围内。

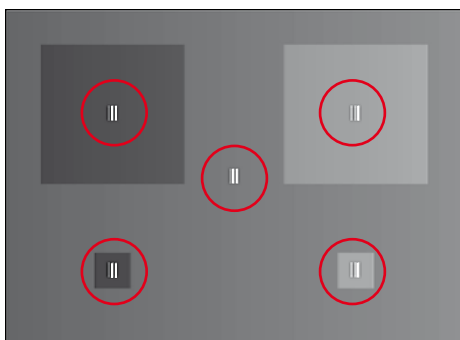


图 3：DDE - 所有靶标均可见

使用 FLIR Systems DDE 算法 (图 3)，就可以同时观测到全部五个靶标。而且，五个靶标的对比度均匀，而与特定动态范围内的像素数量无关。正是这一点使得 DDE 无论面对怎样变化的场景，效果依然可期。

传统 AGC 算法会去掉极值，并将动态范围线性地映射到 8 位域上，这对高动态范围的视频效果几乎不起作用。而直方图均衡化提高了主体温度/辐照度范围中的对比度。但如果靶标不在主体范围内呢？DDE 增强了预先设定可用对比度的细节。因此，即使是低对比度对象，也可以获得探测率恒定的图像效果。

实际例证：我们如何在高动态范围图像中找到低对比度目标?

图 4 到 7 中所示的视频系列显示了具有相当高对比度的场景。图 5 和 6 中的增益*和级别**经过手动调节后，才找到对比度特别低的目标。



图 4：应用标准 AGC 算法的高对比度场景

图 4 显示应用 AGC 算法后的视频信号。此算法将截除部分信号，去掉极值像素，提高直方图中心部分的对比度。这样一来，就可以轻松观察到移动目标了。



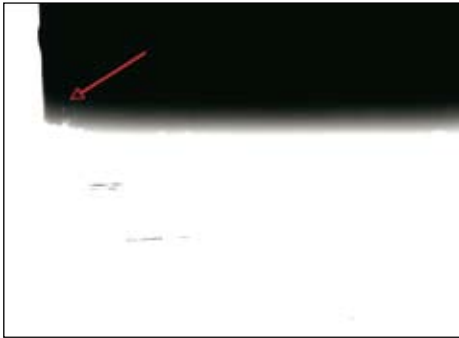


图 5：信号区间的低端可以探测到直升机

图 5 显示信号区间的低端，我们可以看到图像左上角盘旋着一架直升机。这可能是潜在目标。请注意，直升机在图 4 中不可见。



图 6：动态范围中间的一小段区间探测到树林中单一像素大小的目标 - 可能是人？

图 6 显示动态范围中间的一小段区间。我们可以看到树林中涉水而过的具有一定像素的目标。如果这些人就是实际的观测目标怎么办？

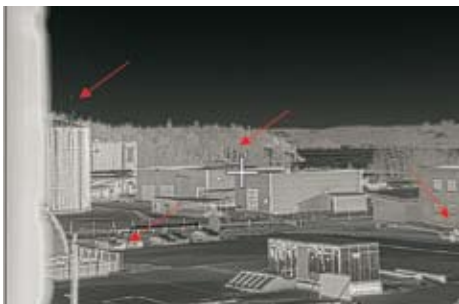


图 7：应用了 DDE 技术之后，可以同时观察到所有目标

最后，图 7 显示使用 FLIR 的 DDE 算法过滤后的图像序列。现在，我们可以同时观察到全部三个目标。正如所见，图像中的伪影很少。

* 级别设置会调节显示范围的中心温度。

“级别”决定了将出现在画面中的中点场景温度设置。级别设置值较低会致使低温区域以不同灰阶显示；而场景中的高温区域则以全阶显示（即白热区域为白色）。级别设置值较高会致使高温区域以灰阶显示，而低温区域显示为黑色（白热区域仍为白色）。

** 增益设置调整映射于视频显示器灰阶的温度范围。增益决定了摄像机可以显示的场景温度的范围，并且可以调低或调高。增益设置值较低将显示很宽的温度范围（高动态范围），但无法识别场景温度中的微小变化（低分辨率）。增益设置值较高可以显示场景温度中的微小变化（高分辨率），但是温度范围较小。

实际例证 2

我们对大多数安全和探测应用程序的要求是快速探测到目标，无需操作员手动调整。减少探测目标的时间意味着同时显示所有可能的目标 - 甚至是低对比度目标，而无需手动调整增益级别。



图 8：线性 AGC - 试图寻找图像中五个低对比度的十字准星

图 8 所示的视频序列是采用 640 x 480 像素的高分辨率探测器捕获到的，显示的是高对比度场景。图 9 中的增益*和级别**经过手动调整后，才找到对比度特

别低的十字准星。摄像机能够解析到目标，但是除非用户准确知道目标处于什么信号区间，否则也无法看到。这就大大增加了探测所需的时间。图 10 显示应用了 DDE 技术的图像。

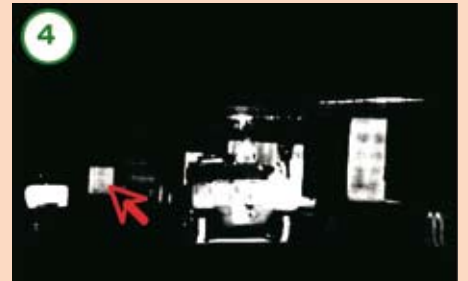
DDE 和许多其它细节增强方法不同，它对于环境变化的适应能力极强。在实践当中，通过 DDE 技术，摄像机可在各种情况下，呈现出近乎完美的视频，用户可以更专注于图像，而不是如何控制。



图 10：DDE - 可以同时观测到高、低对比度目标



图 9：线性 AGC - 手动调整增益和级别，才能找出低对比度十字准星



感谢 Nicholas Högasten 和 Rene Lindner 合作撰写本文。

如需更多信息，请联系：

FLIR 商业视觉系统中国办公室
地址：北京市朝阳区建外 SOHO A 座 2308
邮编：100022
电话：+86 10 5869 8762 / 9786
传真：+86 10 5869 8763
电子邮件：flir@flir.com