



PROPHESÉE

METAVISION FOR MACHINES



基于事件的传感
是人工视觉领域的一个新范例。
受生物学的启发，
基于事件的传感致力于
提升机器感知周边环境的能力，
可以就机器所见的事物做出智能决策，
从而让我们的世界更加安全高效。

当前，许多机器视觉采用的是基于帧的解决方案，如传统摄影和摄像机等。在某些应用场景，基于事件的视觉解决方案将成为新的替代方案。这项技术将让机器视觉更易用、更有效，让生产线运行更快、人机协作更安全，帮助自动驾驶实现零事故，让无人机可自动避免高速碰撞。

基于事件的视觉方案 主要优势包括：

- 价格合理的高速传感器
- 能在可变的照明条件下运行
- 减少算力、内存和数据传输的要求
 - 低能耗

具备这些优势 基于事件的视觉方案 能够实现：

工业 4.0

快速目标识别，提高生产线的产能，并且实现流程控制从离散到连续的转变。

机器人系统的快速视觉反馈，让机器与人之间的协作更加安全。

复杂的多目标跟踪，能够灵活地应对遮挡，从而提高操作的安全性，优化系统性能。

移动设备 · 可穿戴设备 · IoT

低功耗的“常开” (always on) 功能，实现智能移动设备的下一代用户界面。

低功耗的实时定位与地图构建 (SLAM)，赋能 AR/VR 设备。

快速的变化检测，突出监控场景中目标区域的变化，减少进一步分析所需的数据量。

利用图像和事件相结合的计算成像，用于图像去模糊或超慢速运动视频。

自动驾驶

快速且稳定的探测，可以避免前方碰撞，实现更快的自动紧急制动。

快速变化的照明环境下的自适应传感，抑制频闪。

更低的成本和计算消耗，允许系统配备更多台摄像机来增加冗余并提高安全性。



传统成像的优势与劣势

在机器视觉领域，几十年来我们一直都在使用传统成像方法，为什么现在要转向基于事件的成像方法呢？

传统的成像技术采用基于帧的方法，即传感器中的所有像素，在预先设定的时间点，测量落在像素上的光，并将它们的值同步报告给支持电路。

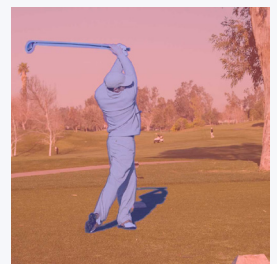
在合适的照明条件下，一次可以得到一帧高质量的静止图像。如果做得更快，就可以让人脑产生错觉，误以为眼前静止的图像序列是一个连续的运动过程。

这种成像方法对人类很有效，但是对于机器视觉应用而言就不那么理想了。其中的一个原因是：传统相机对整个场景都采用相同的拍摄帧率。

这意味着，传统成像方法对场景中的移动部分很可能采样不足，而场景中的静止部分则被广泛地、不必要地重复采样。

因此，传统机器视觉系统需要处理大量无用或不良的数据，并且需要使用昂贵的高能耗处理器、高带宽的通信链路和大容量内存，然而如此大的消耗对优化结果的作用甚微。

这种依靠蛮力的成像方法，虽然在一定范围内适用于当前的一些应用，但可能并不适合新的视觉任务，例如需要实时了解周围场景的汽车驾驶应用，或是功率、带宽和计算资源都有限的一些应用环境。



- 过采样: 天空、树木和草地
- 欠采样: 球手、球杆和高尔夫球的运动

想象这样一个场景：在一个静止的背景前，有一个快速移动的物体，例如一个高尔夫球手正在击球。

若使用传统相机捕获这样的场景，将有可能丢失部分重要的信息，如球手挥动手臂、球杆和球的快速运动等（如第三幅图像），因为对于场景中的运动部分而言，采样速度不够快；而对于场景中的静止部分（如树木）而言，它们却被过度采样，重复产生很多不包含任何新信息的数据。

传统图像传感器使用统一的采样帧率，这意味着场景中欠采样的区域，会发生信息的缺失。

基于事件的视觉替代方案

基于事件的传感技术的发展，得益于我们对人类视觉系统工作方式理解的不断加深。

人类视觉给我们带来了巨大的进化优势，但条件是需要一个足够强大的大脑来分析它产生的大量数据。因此，生物进化的精简本质促使我们大脑的视觉处理中心创建了快捷方式，以应对这种数据洪流。

人眼中的感光细胞，只有在检测到视觉场景的某些特征（如对比度或亮度）发生变化时，才会向大脑报告。从进化的角度而言，我们能够将注意力集中在场景中目标物的运动，这比反复地、不加区分地盘点场景的每一个细节要重要得多。

近期关于人类识别物体能力的研究表明：人类视觉可以从每秒变化高达 1,000 次的场景中，收集有用的

数据，远高于在电视或电影中用来表示运动的每秒 24 帧、30 帧或 60 帧的速度。这些变化中编码了大量有用的信息，而大多数固定帧率的相机由于采样率低，往往无法记录这些信息。

基于事件的传感不受固定帧率的限制，而仅在每个像素感知到其视野中发生较大变化时才发出信号。这种方法减少了传感器传输的冗余数据量，节省了数据处理能力、带宽、内存和能耗。由于每个像素都能自动适应入射光，传感器的动态范围也会比通常情况更高。正因如此，基于事件的传感器不会受到场景中高对比度（光线）的限制，例如汽车前灯在夜间发出的强光，而这种情况通常会对

传统传感器产生很大影响。而且，基于事件的传感器可以经济高效地记录事件。相比之下，传统相机要完成同样的工作，需要以每秒数万帧的速率运行。

此外，普诺飞思基于事件的传感器还具有更多优势。它将信息输出为时间连续的数据流，将视觉事件表示为每个感知到它的像素的地址序列。相比从标准传感器逐帧输出的图像中去推理，这种时空数据流提供了一种更直观的方式来表示事件传感器视野中的动态和运动。这些特点为重新定义当今的成像和机器视觉数据处理创造了可能性，并以一种新方式来应对新兴的计算机视觉技术，如机器学习。



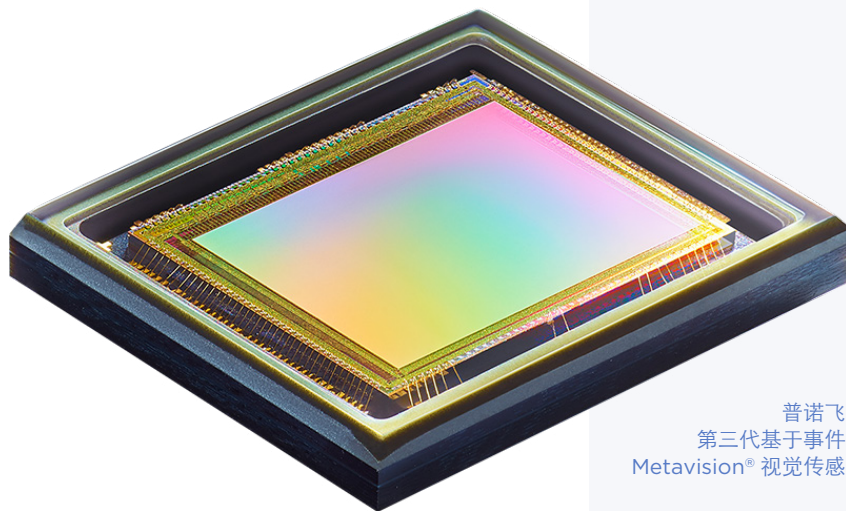
普诺飞思 基于事件的生态系统

普诺飞思开发了一个基于事件的生态系统，包括硬件和软件产品，帮助开发者将基于事件的视觉解决方案带到更广泛的应用市场。

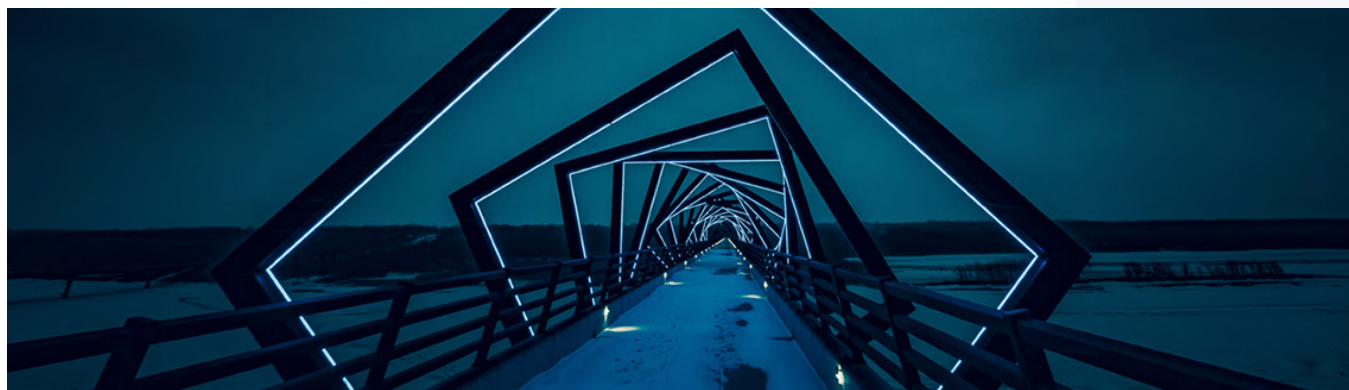
实现机器视觉 的范式转变

普诺飞思基于事件的视觉传感方法意味着，当视觉系统设计者想要捕捉快速变化的事件时，他们无需权衡选择高帧率相机或处理大量冗余数据。因为基于事件的传感器产生的数据量由其视野中的活动所控制，并且会随着场景条件的变化而自动调整。

静止的场景不会产生任何事件，但如果场景中突然出现动作变化，相机会自动反应，立即捕获这些变化。这让捕获和分析非常快速的运动变得更容易，且更具成本效益。



普诺飞思
第三代基于事件的
Metavision® 视觉传感器



STANDARD CAMERA

PROPHESÉE



普诺飞思传感器将旋转的机械臂记录为连续的时空事件流

每个像素根据场景中变化发生的速率提供信息，而不是以任意的、预设的固定帧率提供信息。

基于事件的方法也意味着，动态场景可以当作一个高分辨率的事件序列来分析，这些事件形成一个时空模型，表示目标对象的边缘、轨迹或速度等特征。上图展示了普诺飞思传感器记录一个旋转机械臂的运动。

在空间和时间维度描述这些特征的数学模型是简单且精炼的，因此也产生了有效的算法和计算规则。

在一次对比中，普诺飞思基于事件的动态传感方法，达到了几万赫兹的时间分辨率，而基于帧的方法只能勉强达到 60Hz。

这种情况是可能发生的，因为每个视觉事件都是作为连续信号的增量变化来处理的。与同时分析许多帧完整图像的所有像素相比，基于事件的视觉所需的计算成本较低。基于事件的方法也使得关联同一场景中的多个视野变得更加容易。这简化了多相机立体设置中的三维深度重建等任务，因为如果两台或更多台相机同时感知到一个事件，那么很可能它们观察到的是同一个点。

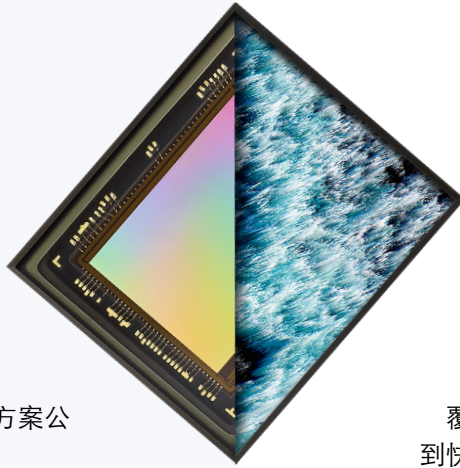
此外，分析单个像素的照度随时间变化的方式，有助于开发出新的方法来解决关键的视觉挑战，如物体识别、障碍物规避，以及实现自动驾驶至关重要的实时定位与地图构建 (SLAM)。

SCAN TO LEARN MORE



bit.ly/propheseeproducts

硬件



METAVISION® SENSING

普诺飞思成功研发了四代传感器。最新一代传感器是与索尼半导体解决方案公司合作开发的。

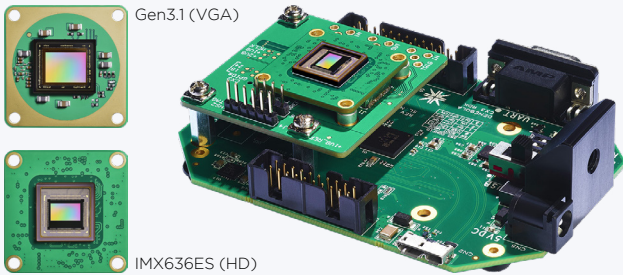


IMX636ES (HD)

METAVISION® 评估套件-4 (EVK 4) HD

超轻且紧凑的 HD Metavision® 评估套件，专为现场测试而设计。

- 支持的传感器：索尼与普诺飞思合作研发的 IMX636 (HD)
- 高品质铝合金外壳
- 超紧凑且轻巧：30x30x36mm，仅重 40g
- 提供 C/CS mount 版本
- USB 3.0 Type-C 连接
- 可免费访问基于事件的视觉软件 Metavision® 智能套件 2.3 及更高版本，包括 2 小时高级支持，访问知识中心。该软件至今已荣获 5 个奖项。



Gen3.1 (VGA)

IMX636ES (HD)

METAVISION® 评估套件-3 (EVK 3) VGA/HD

板级 VGA 或 HD Metavision® 评估套件，非常适合首次评估操作，且经济高效。

- 支持的传感器：IMX636ES (HD), Gen3.1 (VGA)
- USB 3.0 Micro-B 连接
- 提供 CS/S mount 版本
- 可免费访问基于事件的视觉软件 Metavision® 智能套件 2.3 及更高版本，包括 2 小时高级支持，访问知识中心。该软件至今已荣获 5 个奖项。

软件

SCAN TO LEARN MORE



bit.ly/Metavisionintelligence

METAVISION® INTELLIGENCE

Metavision® 智能套件，覆盖了开发过程的每一步，从首次探索，到快速原型设计，再到最终应用程序开发。

最全面的基于事件的视觉软件套件

95 种算法、67 个代码示例和 11 个即用型应用程序



开源架构

开放我们的软件和硬件设备之间的全面互操作性



OpenEB

领先的基于事件的 ML 工具包

包含在 NeurIPS 2020 上聚焦发布的高效事件目标检测器



扩展模块系列

由 6 个主要模块系列组成，涵盖了广泛的机器视觉领域



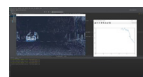
丰富的文档资料

docs.prophesee.ai 上有 270 多页定期更新的内容，20 多个 Jupyter notebooks、参考数据和大量的指南



快速获得结果

预建管道 (pipelines)、广泛的数据集、代码示例和 GUI 工具等的最大集合



更有效的 计算机视觉

跟踪

基于事件的相机所产生的数据稀少，这直接提高了一些计算机视觉算法的效率，例如在视频监控设置中，用固定相机跟踪物体运动，那么事件数据仅在相关的像素上生成。

而且，由于传感器的每个像素是异步且独立，基于事件的相机能够实现对视觉场景的连续采样，这为优化计算机视觉提供了新方法。跟踪算法只需考虑被跟踪物体附近的像素变化，而不用顾及较大区域的图像，因为现在可以确保，当物体移动经过每个像素时，都会在相应的像素上触发一个事件。

光流

按照同样的思路，基于事件的视觉方案还可以在很大程度上简化视觉流的计算。当一个移动的物体被一台基于事件的相机捕捉到时，物体的边缘会移动经过传感器的每个像素，这会在时空维度形成一个表面。如果物体移动得慢，那么物体经过像素到达另一个像素就需要大量时间，这时形成的表面坡度较大。

如果物体移动得快，那么所产生的表面几乎是水平的，因为轮廓线从一个像素到另一个像素所需的时间非常短。这样，视觉流就被简化为简单地计算时空表面的斜率。这一操作的计算密集程度远低于基于帧的解决方案。因为在基于帧的解决方案中，物体（或物体特征）在移经大量像素后，需要在帧与帧之间进行追踪或匹配。

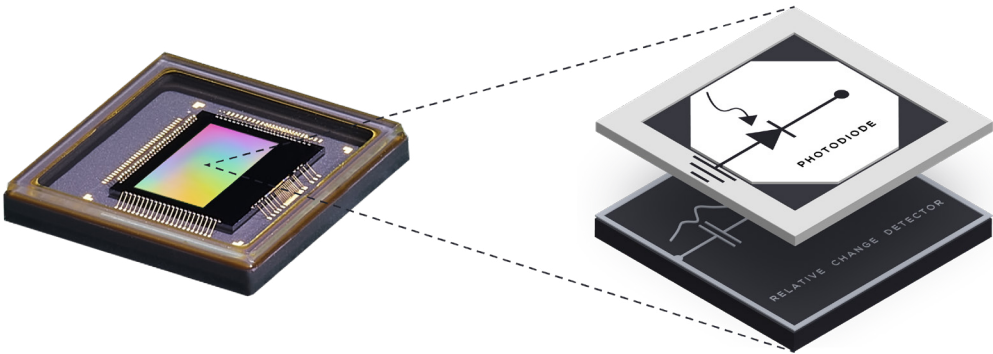
立体视觉

基于事件的相机所产生的数据，在时间上的连续性，也简化了从一个移动场景的二维图像中解析深度数据的过程。如果两台相机观看同一场景，并且每台相机都在完全相同的时间报告了一个事件，那么就可以假定该事件发生在图像的同部位。这样就能通过三角测量实现 3D 定位。

该技术也可以用来区分场景中两个看起来相似的物体，例如当车辆经过时，看到的建筑物的窗户。尽管两个相邻的窗户在静止图像中看起来是一样的，但是对于一台移动的基于事件的相机而言，两个相邻的窗户具有不同的相对位置，这会产生两个单独的视觉事件流，其特征可用于区分这两个窗户。

普诺飞思 Metavision® 传感器上的
每个像素

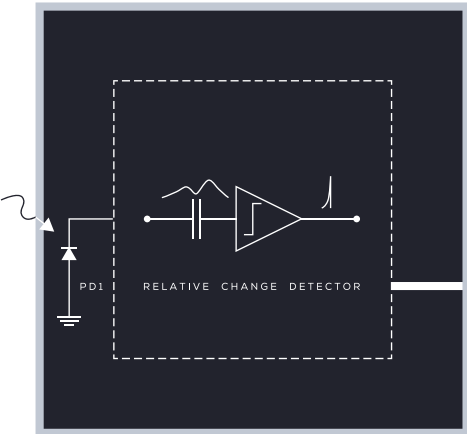
能够智能感知场景变化



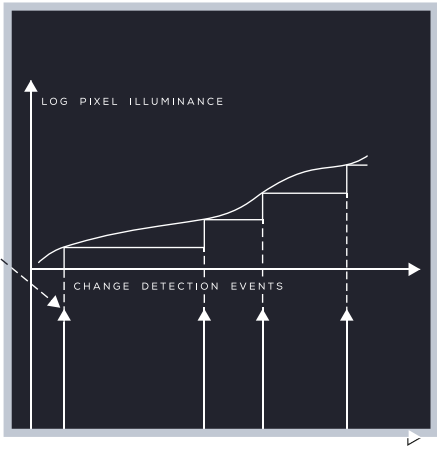
传感器

像素

相应的像素可进行自我激活



像素逻辑



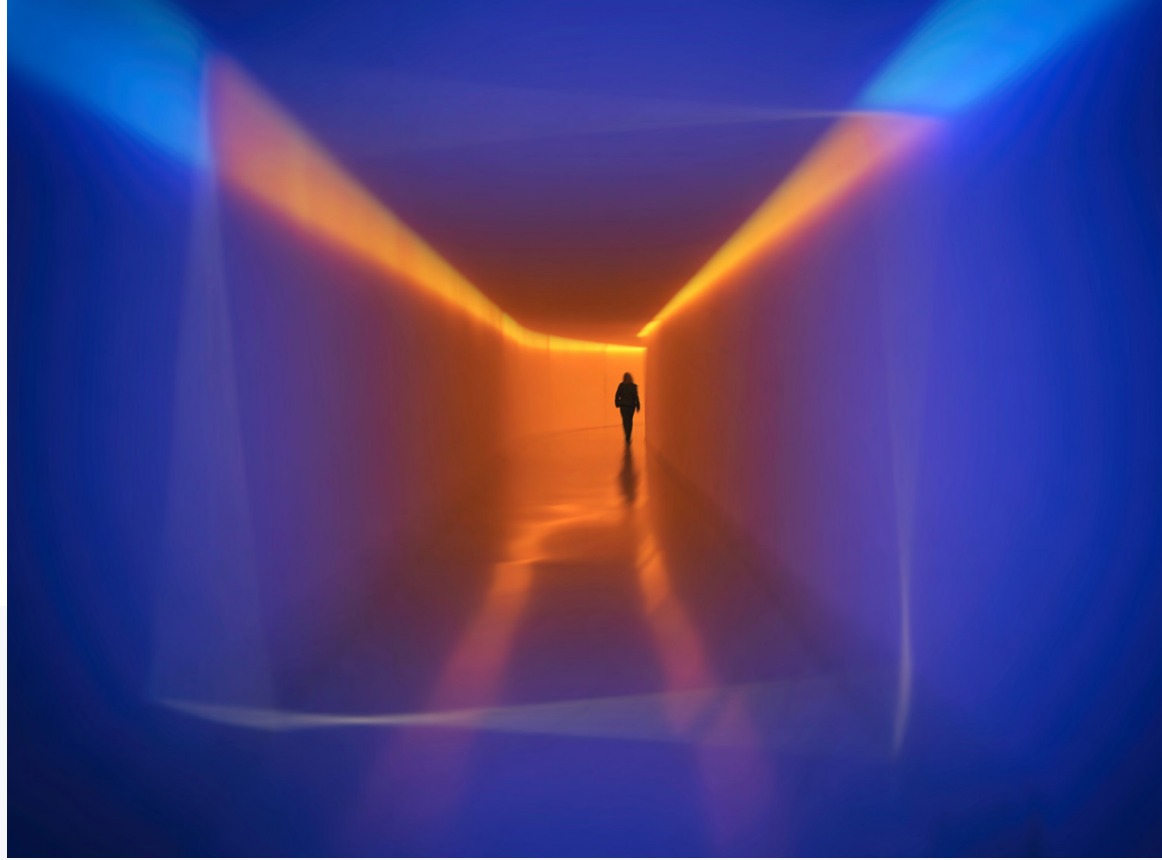
基于事件的视觉输出

基于事件的 动态视觉信息采集

每个像素根据入射光线的变化，自定义其采样的时间点，以响应信息输入。

像素在进行事件采样时被读出。因此，事件相机输出的不是一连串的图像，而是在时间上连续的以像素为单位的数据流，并根据场景中发生的变化，相应地生成和传输。

只有感知到变化的像素才会输出事件，而阵列中的其他像素则保持原样，没有输出。事件的正负变化被加以标记并区分（在右图所示的累积事件图中，显示为黑色和蓝色的点）。



机器学习的新维度

基于事件的传感为机器学习提供了新的解决方案。原本只能依靠图像（帧）空间信息的物体识别或检测算法，现在可以获取另一个维度的信息：时间。

例如，在基于图像（帧）的方案中，汽车前方道路上一个塑料袋和一块石头可能看起来很像；但是基于事件的传感器可以捕捉到它们的动态变化，从而清晰地将它们区分开来。

基于事件的传感器，还可以提供基于帧的成像方法难以获得或不能获得的信息。基于帧的相机只能看到世界的一张快照，而基于事件的相机可以看到行人的胳膊和腿的摆动、汽车快速旋转的车轮，或是骑自行车的人踩着自行车等独特信号。随着 GPU 及其他硬件加速器的普及，机器学习领域正在处理着日益增长的数据量，这对能源和环境都是一个不容忽视的负担。基于事件的传感器由于只记录动态信息，这就代表着它可以自动摒弃背景信息，从而大大减少了模型训练所需要的数据量。不仅如此，它还能捕捉到场景中更加细微的信息，例如根

据在十字路口等待红绿灯的行人的细微动作变化，来判断他们的行为属性等，而传统相机很难捕捉到这些高动态的细微变化。

提高稳定性

基于事件的传感器，除了在异步性和时间分辨率方面具有优势以外，它的高动态范围和场景的对数采样特性，也使得许多计算机视觉算法更加强大。其中，计算机视觉面临的巨大挑战之一就是户外照明的不可控性。

一些在实验室条件下表现非常好的算法，在日光照射下表现可能会差很多，或错过隐藏在阴影中的细节。在这种情况下，基于事件的传感器对光照变化的灵敏度，意味着它感知事件的方式，在低光、强光或非常高动态范围的场景中，都不会发生改变。

这意味着，基于事件的传感器非常适用于实现从室内到室外场景的无缝过渡。这在自动驾驶系统中特别有用，例如，自动驾驶车辆在驶入或驶出隧道时必须应对光线变化的情况。

基于事件的传感 功能上的优势

基于事件的方法、实现该方法的传感器、硬件参考设计和软件堆栈的组合，将为开发者实现基于事件的视觉方案提供一条快速通道，并为机器视觉领域设定新标准。基于事件的感知功能上的主要优势包括：

- 可用于实时通信和监控的高效事件流，无需重复记录场景中的静态信息。
- 高速跟踪，通过直接处理连续的数据流来实现高速测速和轨迹预测。
- 实时分析和检测瞬时视觉信息，每个像素都能根据场景的需要，动态地调整其采样率。
- 高效的立体视觉，多台事件相机在观察同一 3D 物体时，精准地在时空范围内对每一事件进行关联，同时报告它们视场中的变化。
- 为实时控制系统提供更高的时间分辨率，和更低的延迟。
- 将高时间精度信息融进了传统视觉算法，拓宽了机器学习领域。

结论

基于事件的传感技术，受到人脑处理视觉信息的原理启发：
人脑在处理视觉任务时，会将它们作为一系列时间连续的事件。

普诺飞思对基于事件传感技术的开发，使得该技术得到了推广应用，并为机器视觉设定了新标准，同时还将其适用性拓展到了其他市场。

基于事件的传感技术还为机器学习提供了一个新的范式，将图像处理的重点从基于帧的分析转变到基于事件的方法。这为解决当前机器视觉领域的挑战提供了新的可能和解决途径。

关于普诺飞思 (PROPHESIEE)

普诺飞思 (Prophesee) 是世界上最先进的神经拟态视觉系统的发明者。

普诺飞思为机器视觉开发了突破性的基于事件的视觉 (Event-Based Vision) 解决方案。这种新的视觉方法可显著降低功耗、延迟、及数据处理的要求，能够获得传统基于帧的传感器不能获取的内容。普诺飞思获得专利的 Metavision® 传感器和 AI 算法，模仿人眼和大脑的工作方式，能够显著提高机器视觉在自动驾驶、工业自动化、物联网、移动设备和 AR/VR 等领域的效率。

普诺飞思总部位于巴黎，并在格勒诺布尔、上海、东京和硅谷设有办事处。公司有 100 多名有远见的工程师，拥有 50 多项国际专利，并得到领先国际投资者的支持，包括 360 Capital Partners、欧洲投资银行、iBionext、韦豪创芯、英特尔资本、雷诺集团、博世创投、创新工场、Supernova Invest、小米等。

了解更多



巴黎 • 格勒诺布尔 • 上海 • 东京 • 旧金山