

高速运动目标识别旨在利用先进的视觉传感器和方法，精准地识别高速场景中的运动目标。传统成像设备受限于采样帧率和曝光模式，在高速场景中易出现成像模糊问题，制约了后续处理算法的准确率。新型脉冲相机采用生物视网膜启发的成像原理，输出高时域分辨率、高动态范围、低延迟的异步神经形态信号（即脉冲），为高速场景目标识别提供了新的可能性。因此，如何从异步离散的脉冲信号中提取关键特征以识别高速运动目标，是一个亟待解决的问题。本文从数据和算法两个层面，首次基于脉冲相机开展了高速运动目标识别的研究。本文的主要创新成果包括：

第一，本文建立了大规模高速运动目标脉冲识别数据集，在实验室场景中不同光照条件下采集并标注了 175,710 个（221 类）高速目标的脉冲数据。并且，在现实世界高速公路场景中，采集并标注了 3,100 辆高速行驶车辆的脉冲数据。此外，本文提出了一种脉冲相机仿真算法。实验结果表明，该算法在仿真精度上显著高于同期工作。高速脉冲数据集和仿真算法均已开源。

第二，针对相对运动导致的脉冲采样偏移和脉冲传感器噪声问题，本文提出了一种运动特征对齐与增强算法。实验结果表明，该方法有效提高了高速运动目标的识别准确率。例如，在实验室自然光场景 S-CAL 数据集上，该方法对 101 类物距 10 m 处等效速度 100~500 km/h 的运动物体进行识别，准确率为 82.5%，领先 11 种国际前沿的神经形态识别算法。

第三，针对高速场景中“突发”运动目标的识别难题，本文提出了一种脉冲长短时特征相关性学习算法。实验结果显示，该方法有效提高了高速突发运动目标的识别准确率。例如，在实验室自然光场景 S-ImgNet 数据集上，该方法对 100 类脉冲记录时间为 1 ms 的突发目标进行识别，准确率为 76.5%，比本文提出的脉冲识别基准方法提高了约 7%。

第四，针对“弱光照”环境下高速运动目标的脉冲采样失真问题，本文提出了一种脉冲时空上下文学习算法。实验结果显示，在实验室自然光场景 L-CAL 数据集上，该方法对弱光环境中的 101 类高速目标识别，准确率比本文提出的脉冲识别基准方法提升了 5.1%；对现实世界场景中 8 类高速车辆识别，准确率为 93.4%，领先目前国际前沿的神经形态识别算法。

关键词：神经形态视觉，运动目标识别，脉冲相机