



利用 Phantom 快速检测败血症

Phantom 高速摄像机是如何在开发新诊断工具的过程中发挥关键作用，从而实现早期败血症检测并挽救患者生命的。

败血症是一种严重的、危及生命的体内感染反应，要避免败血症造成的致命后果，就需要开发一种快速、准确的诊断方法。一直以来，医疗服务提供者在治疗该疾病的晚期患者方面都束手无策。这就导致了这种疾病的致命性，使败血症成为美国医院里主要的死因。

为了帮助医疗专家预防与败血症相关的死亡，生命科学技术公司 Cytovale® 开发出了 Intellisep® 检测仪，这是一种可以检测早期败血症的商用医疗设备。这种诊断工具可在 10 分钟内提供检测结果，为临床医生提供患者是否患有败血症的推断。该推断再结合患者血细胞的物理和机械特征，使临床医生能够做出关键的、及时的决策。

Intellisep 开发的这套系统中的关键设备是一台 Phantom 高速成像系统，Cytovale 的研究人员将其与先进的微流体技术和机器学习算法相结合。这套系统的问世还标志着嵌入式 Phantom 摄像机首次被用于获得美国食品药品监督管理局 (FDA) 501(k) 认证的医疗设备中。

设计微流控实验

在开发 IntelliSep 时,需要对大量细胞的物理和机械特性进行仔细研究。通过这些信息,Cytovale® 研究人员能够准确识别处于不同发育阶段的各种细胞类型并对它们进行分类,还能根据统计数据预测细胞将如何发育。观察和测量大量细胞的传统方法包括原子力显微镜和微量吸管抽吸法,这些方法都需要大量的时间和人力。

为了解决对大量细胞进行表型分析的挑战,Cytovale 创建了一个十字槽微流体通道,作为观察细胞特征的平台。在实验过程中,悬浮在溶液中的数十万个细胞以每秒 3 米 (m/s) 的速度流经通道,到达一个面积为 45×120 微米 (μm) 的观察区。在观察过程中,细胞受到流体动力应力的作用而产生变形。

为了捕捉细胞变形过程,Cytovale 公司的研究人员使用了高速 Phantom VEO 710 摄像机,并将其与标准倒置显微镜配合使用,以观察细胞是如何通过观察区的。VEO 710 摄像机在 102 x 48 的分辨率下以每秒 500,000 帧 (fps) 的速度进行记录,每秒大约捕捉 2,000 个细胞。每次实验涉及 50,000 个细胞,这为 Cytovale 团队提供了包含空间和时间详细信息的数据,使他们能够从中提取有价值的细胞指标,如大小、形态和应变率。

在该应用中功不可没的是 VEO 710,它采用定制 CMOS 传感器,图像吞吐量为每秒 7 千兆像素 (Gpx/s),支持数据快速卸载,使 IntelliSep 能够在 10 分钟内快速分析样品。

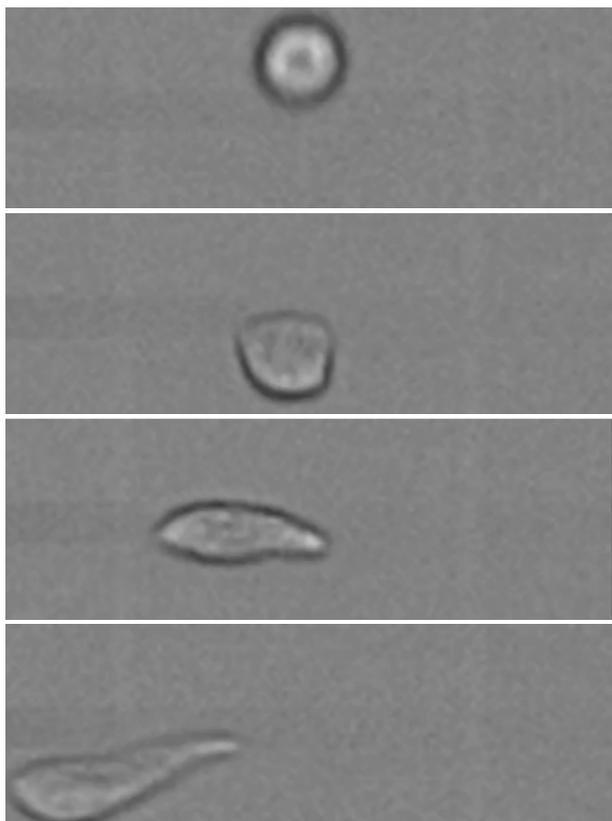


用于分析的机器学习算法

Intellisep 设备的工作原理是分析细胞变形时的物理特征,以确定是否患有败血症。在设计过程中,Cytovale 团队必须确定哪些特性更能说明细胞类型以及败血症将如何发展。为此,研究小组训练了支持向量机 (SVM),即监督学习模型,采用了算法来分析数据以进行分类和回归分析。Cytovale 利用 SVM 对细胞类型进行了分类,然后权衡了细胞参数的重要性。

研究人员使用 SVM 和对照样本建立了细胞识别基线,然后用完整的数据集训练了新的 SVM。他们用未标记的细胞混合物对结果进行了测试,以确定模型的识别准确性。接下来,研究小组就如何对每个参数的重要性进行排序对 SVM 进行了训练,在这个过程中,他们每当向模型引入一个参数后,就检查识别结果。

研究小组使用新的 SVM 重复了这一过程,进行了多次迭代。每次运行 SVM 后,研究人员都会将上一次迭代中最重要的参数提前引入算法中,从而提高了模型的准确性,使其每次都能正确识别更多数量的细胞。这一机器学习过程再结合 VEO 710 摄像机捕捉到的大量高保真数据,对 Intellisep 的设计至关重要,使 Cytovale 的研究人员能够完善其技术的预测能力,并提供快速准确的诊断结果。



通过将 VEO 710 与标准显微镜相结合,研究人员能够记录十字槽微流体通道中的细胞变形过程。



Intellisep 诊断工具可在 10 分钟内提供检测结果,并向临床医生指出患者是否患有败血症。

成功对细胞计数的关键技术

要获得高质量的细胞计数图像, 摄像机需要更大的像素(通常尺寸在 10 到 30 μm 之间), 以及高达 10,000 帧/秒的快速帧率、超短曝光时间和出色的感光度。Phantom VEO 710 符合这些要求, 像素尺寸为 20 μm , 在降低分辨率的情况下帧速率高达 680,000 帧/秒。摄像机的大像素尺寸, 再加上 35 毫米 100 万像素的 CMOS 传感器, 即使在快速拍摄时也能实现高感光度。

VEO 710 的其他显著特点包括:

- 在全分辨率 (1280 x 800) 下, 帧速率为 7,400 帧/秒, 在降低分辨率和使用出口管制的 FAST 选项时, 帧速率高达 1,000,000 帧/秒。
- 传感器设计与各种显微镜头兼容。
- 结构紧凑, 便于实验室使用。
- 万兆以太网下载选件, 使 Cytovale 团队能够捕获和卸载海量数据, 进行快速分析。
- 最短曝光时间 (标准) 为 1 微秒 (μs), 使用 FAST 选项时为 300 纳秒 (ns)。

这些超短的曝光时间使研究小组能够捕捉到微通道内快速移动的细胞, 而不会出现运动模糊。

凭借这一系列功能, VEO 710 可以为许多太快发生而难以被观察到的生物和生物医学事件提供有价值的的数据。

展望未来

Phantom VEO 710 不仅为 Cytovale 新测试方法的基础研究提供了支持, 还为 Intellisep 的生产提供了便利。这台摄像机使 Cytovale 能够将其设计的系统商业化, 这也是嵌入式 Phantom 高速摄像机首次被用于获得 FDA 501(k) 认证的医疗设备。

Intellisep 是 Cytovale 使用 Phantom 摄像机尝到的第一个甜头, Cytovale 计划在其未来的研究和产品开发中继续使用 Phantom 摄像机。

要了解更多信息, 请访问:
www.phantomhighspeed.com。



Intellisep® 设备。



某些 Phantom 摄像机需要出口许可证。有关更多信息, 请访问 www.phantomhighspeed.com/export。