

pynvme 是一款开源的高性能可扩展的 NVMe 测试软件，用户可以基于其 Python API 快捷地开发 SSD 设备的各类测试脚本。



原生的 Python 模块

pynvme 的所有功能都通过 Python API 提供，并遵循 NVMe 标准的定义封装成类和方法。用户通过开发 Python 脚本来测试 NVMe 设备的各种寄存器、数据结构、命令和操作。Python 语法简洁直观，能胜任各种规模的测试脚本的开发；并且可以利用大量成熟的第三方库，简化测试脚本的开发。

完整的软件生态

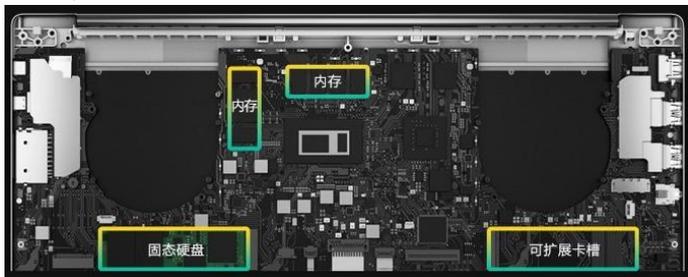
pynvme 整合了大量优秀成熟的第三方软件，譬如：用户态驱动程序 SPDK，成熟的测试框架 pytest，集成开发环境 VSCode，持续集成工具 GitLab 等。通过整合这些成熟的开源软件，pynvme 提供了一套完整可靠的 NVMe 设备测试方案。

灵活的硬件配制

pynvme 是一个软件定义的测试方案，可以工作在笔记本、工作站以及服务器等各种通用计算机平台之上。pynvme 不捆绑特定硬件平台，降低用户大规模测试的成本和风险。pynvme 针对 x86-64 平台进行了深入的性能优化，提供单核千万级别的 IOPS 能力以及稳定的延迟。我们也将通过软件升级的方式，为用户提供更好的功能、性能和服务。

可移动开发环境

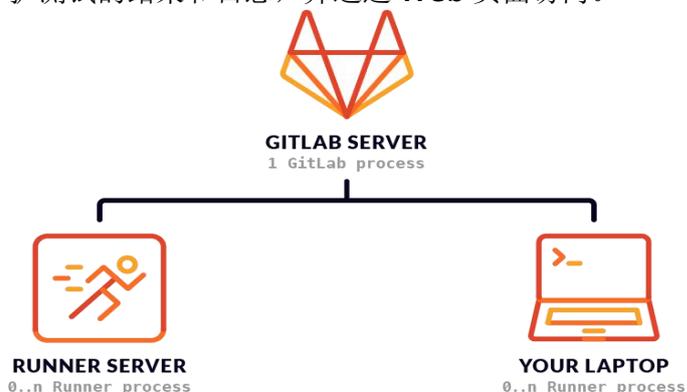
pynvme 对 CPU 和 DRAM 的要求不高，可以直接工作在大部分 PC 上，譬如笔记本电脑。用户将 OS 安装在 SATA SSD，NVMe SSD 作为测试设备，就可以形成一个可移动的测试脚本开发平台，非常便利和高效。



自动化测试平台

pynvme 也可以配置在专门的测试主机上，包括低成本的桌面电脑，或者高可靠性的工作站和服务器。用户可以利用 GitLab 或 Jenkins 等工具管理大量测试

主机，灵活配置并分配测试资源，在数据库中集中维护测试的结果和日志，并通过 Web 页面访问。

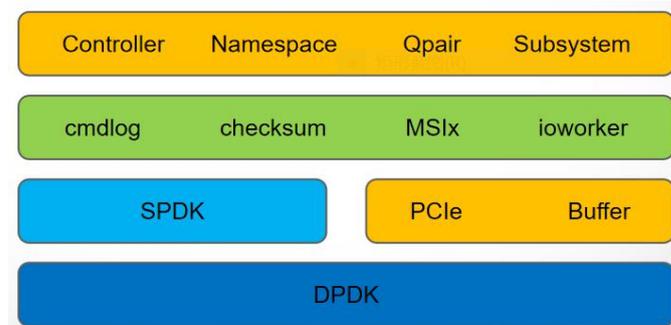


第三方测试硬件

pynvme 可以驱动各种第三方专用测试工具，譬如控制 PCIe 电源，进行异常掉电、热插拔、电压拉偏、数据链路错误注入和高低温等测试。

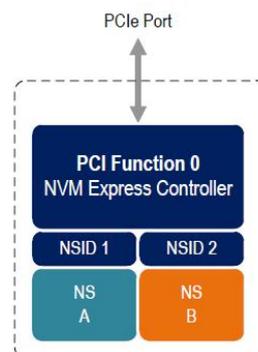
可扩展的软件结构

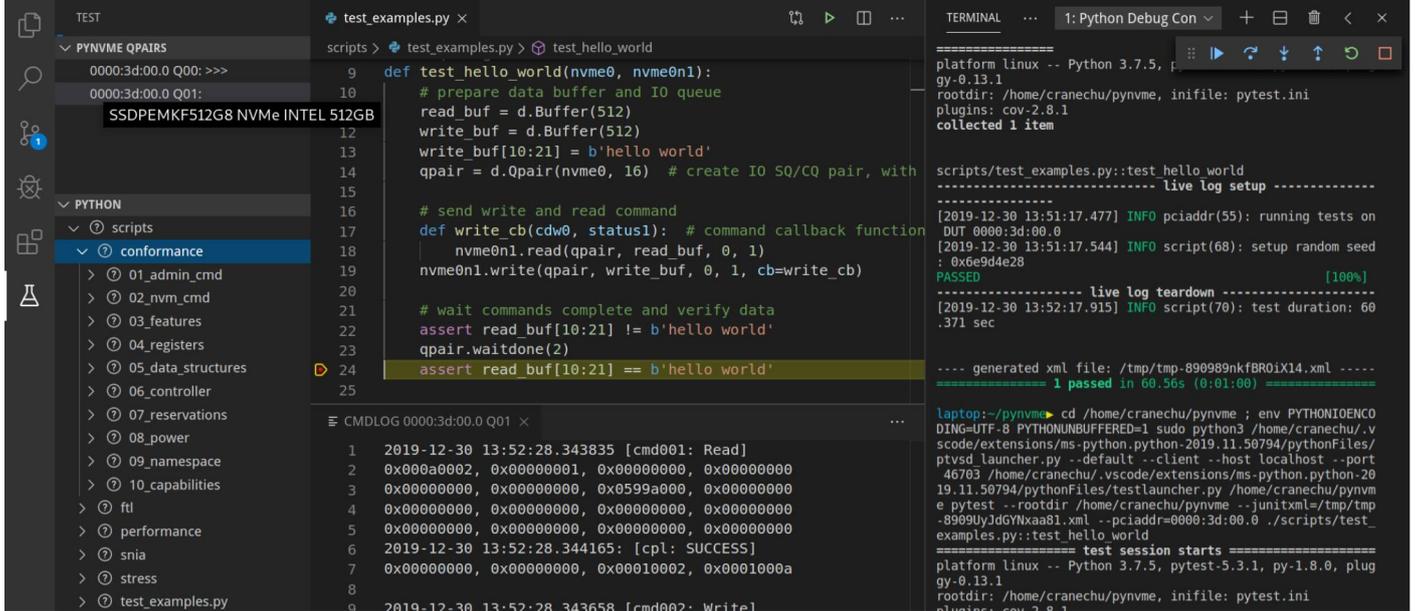
pynvme 基于 Intel 开发的高性能和高可靠性的开源项目 DPDK/SPDK，加入各种 SSD 测试相关的功能，并封装成 Python 模块。用户可以开发自己的 Python 测试脚本，也可以直接使用我们提供的测试脚本。



NVMe 相关的类

pynvme 遵循 NVMe 标准的定义，提供 Controller 类和 Namespace 类。Controller 类可以访问 NVMe 的寄存器，发送和回收 Admin 命令；Namespace 类可以发送和回收 IO 命令；Qpair 类封装 SQ 和 CQ 队列。通过这些类和方法，Python 脚本可以在用户态直接操作 NVMe 设备。





IOWorker

`pynvme` 为 IO 测试提供高层级的抽象: `IOWorker`。`IOWorker` 可以同时发起多个不同的 IO 负载, 具有极高的稳定性、带宽和极低的延迟。在 `IOWorker` 工作过程中, 脚本可以注入电源或 `reset` 事件, 或者各种合法甚至非法的命令。`IOWorker` 也可以精确控制 `IOPS`, 以统计不同压力的延迟。

底层资源类

`pynvme` 提供了直接操作底层资源的类, 具有很高的可扩展性。`Buffer` 类可以分配并读写物理内存, 用于 `DMA` 操作; `PCIe` 类可以读写 `PCIe` 设备的配置空间和 `BAR` 空间。通过这些完备的底层资源操作能力, 用户可以在 `Python` 脚本中扩展出各种上层功能。

系统操作类

`pynvme` 提供各种系统操作, 实现更多特殊场景的测试。譬如: 通过第三方电源模块实现的 `PCIe` 设备掉电和上电, 通过 `S3/sleep` 电源模式实现的 `PCIe` 设备掉电和上电, 各种 `reset` 操作, 以及 `PCIe` 电源状态的切换等。

脚本的开发和调试

用户可以使用 `VSCoDe` 等 `IDE` 工具来开发和调试 `Python` 测试脚本。`Pynvme` 开发了 `VSCoDe` 插件, 可以看到所有命令队列, 以及各个队列的历史记录, 包含完整的命令数据结构 and 返回状态, 以及精确的时间戳信息。该插件也可以显示实时的性能数据。

测试方案

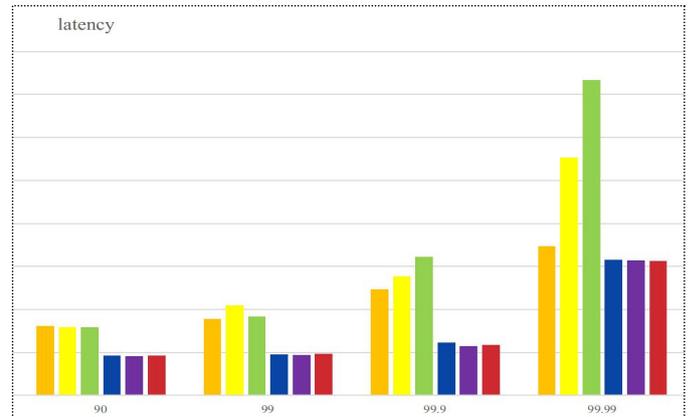
`Pynvme` 提供各种现成的测试方案和脚本, 也可以帮助客户开发新的脚本, 或者移植现有的测试框架和脚本。

NVMe 协议测试

根据 `NVMe` 协议的文档, 我们开发了完整的测试脚本, 覆盖 `PCIe` 配置空间寄存器、`NVMe` 寄存器、`Admin` 命令、`IO` 命令、`PRP/SGL`、命令队列、中断和初始化等方面。

行业标准测试

基于 `IOWorker`, 我们提供了非常灵活和稳定的性能测试, 以及可靠性测试方案。覆盖了 `SNIA` 和 `JEDEC` 等标准定义的各种不同的读写模式和测试流程, 并能统计 `IO` 的带宽、延迟、一致性等数据。利用 `Python` 的第三方图形库, 输出专业的测试图表和报告。



持续集成的测试

`SSD` 开发和测试工程师利用我们提供的 `Python` 接口和各种测试模板, 可以快速构造出新的测试脚本, 帮助开发工程师复现和定位问题。利用第三方 `CI` 工具, 用户可以在整个产品开发周期自动化地执行各种测试计划。

压力测试

借助第三方电源控制设备, `pynvme` 测试脚本可以在 `PCIe` 数据链路上向 `NVMe` 设备注入各种错误, 可以实现异常掉电、热插拔、信号毛刺、电压拉偏等操作。`pynvme` 也可以注入各种非法的命令和寄存器访问, 配合多进程、高性能、低延迟的 `IOWorker`, 实现对 `NVMe` 设备的大压力测试。