

第 11 届 IEEE 工作负载特性国际研讨会 (IISWC)，美国亚特兰大，2015 年 Deng<sup>Zhou1</sup>、Wen<sup>Pan1</sup>

## 导言

人们对智能手机应用程序的块级 I/O 特性及其对 eMMC 设计的影响还知之甚少。在这项研究中，我们收集并分析了 Nexus 5 智能手机上 18 个常见应用程序（如电子邮件和 Twitter）的块级 I/O 跟踪。我们观察到了一些 I/O 特性，并从中得出了 eMMC 设计的若干启示。接下来，我们将进行案例研究，演示如何应用这些影响来优化 eMMC 设计。受这两种影响的启发，我们提出了一种混合页面大小（HPS）的 eMMC。实验结果表明，HPS 方案可将平均响应时间缩短 86%，同时将空间利用率提高 24.2%。

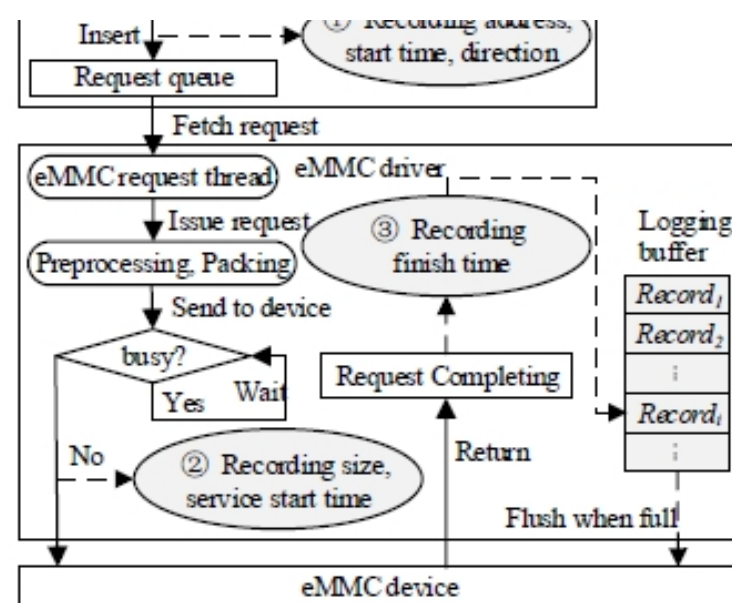


图 1 BIOTracer 的结构。

## 痕迹系列

<b>Idle</b> ( <i>10pm - 6am</i> ): Idle status.
<b>Booting</b> ( <i>30 seconds</i> ): Launching the smartphone.
<b>CallIn, CallOut</b> ( <i>1 hour</i> ): Mimicking a phone interview including answering, talking, listening, and hanging out.
<b>CameraVideo, AngryBrid, GoogleMaps</b> ( <i>0.5 - 1 hour</i> ): Recording a video, playing games, driving navigating.
<b>Facebook, Tiwtter, Amazon, Email, Messaging</b> ( <i>10 - 20 minutes</i> ): Viewing comments, searching people or items, viewing pictures, and composing replies.
<b>WebBrowsing, Youtube, Radio, Music</b> ( <i>1 - 1.5 hours</i> ): Reading news, watching online videos, listening radio, and listening music.
<b>Movie, Installing</b> ( <i>10 minutes</i> ): Watching locally stored movie, installing game applications via WIFI connection.

## 和病毒量分析结果, 圣迭戈州立大学, 加利福尼亚州圣影响实例

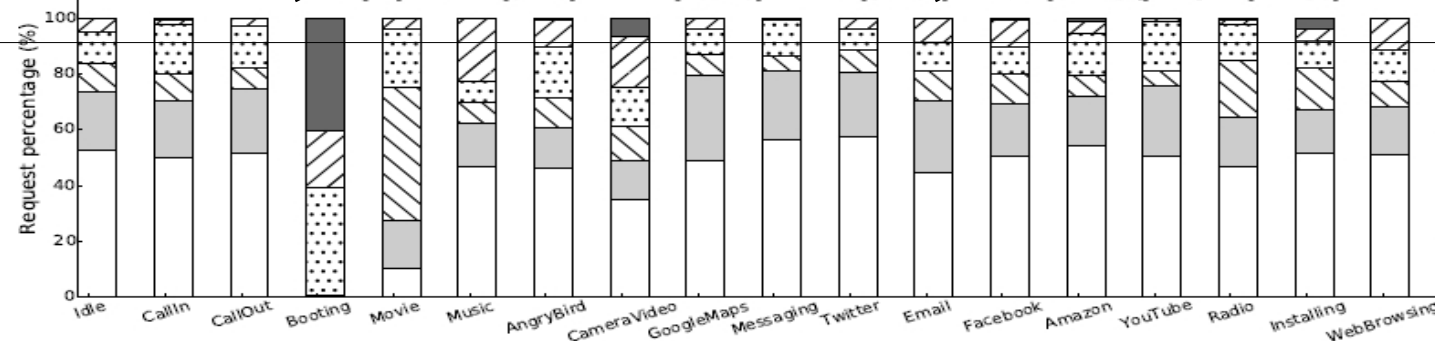


图 3 申请量分布.

特点：在大多数应用程序中，小规模请求占请求总数的很大比例。在 18 个跟踪中的 15 个

中, 大多数请求 (44.9%-57.4%) 都是小请求 (即 4 KB)。

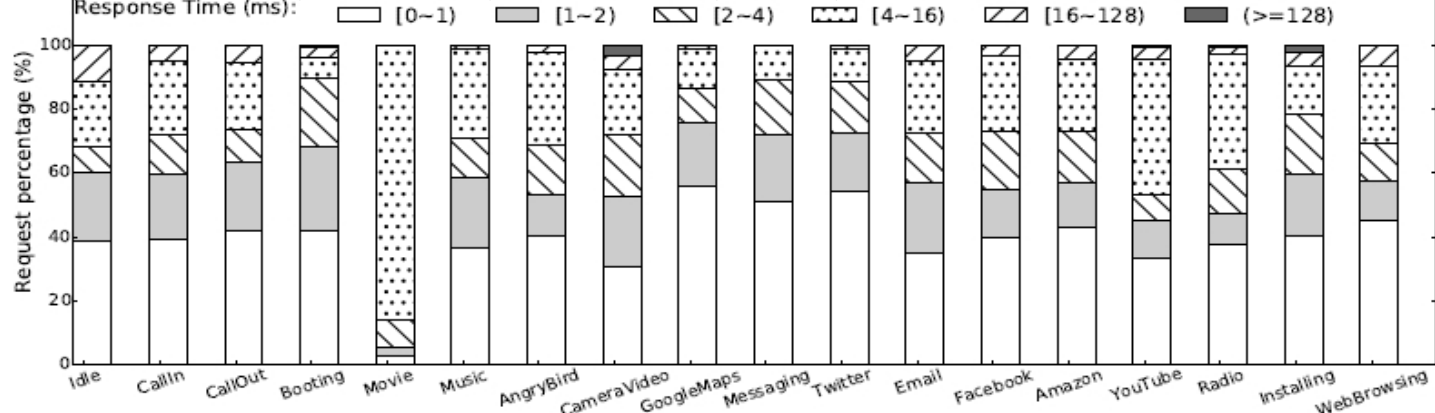


图 4 响应时间分布

特性：如果到达间隔时间长于省电阈值，eMMC 设备将进入低功耗模式。因此，在某些

应用中可能会出现周期性模式切换。

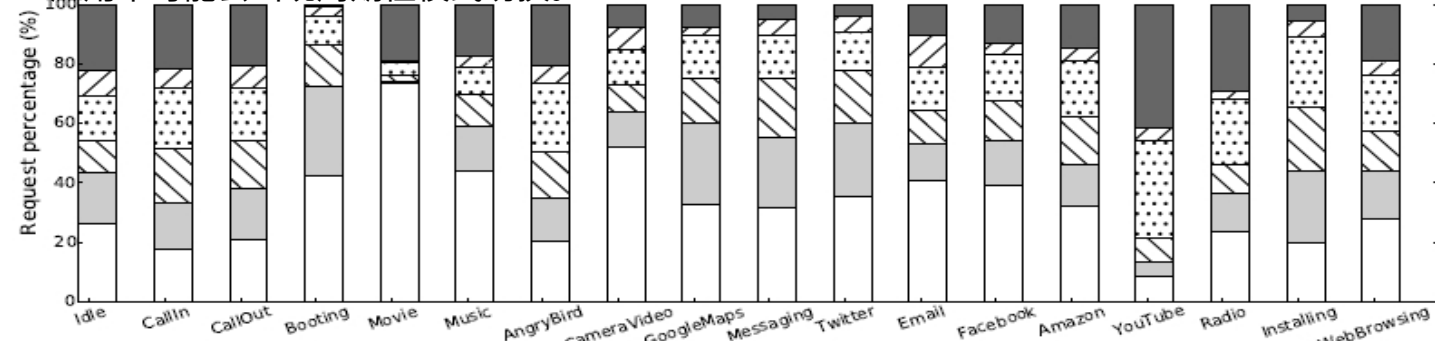


图 5 到达时间间隔分布

特点：大多数应用程序的平均请求到达时间较长。18 个应用程序中有 13 个的平均请求到达时间至少为 200 毫秒。在 18 个跟踪中，有 10 个超过 20% 的请求到达时间大于 16 毫秒。

启示 1：在大多数应用程序中，小规模请求占请求总数的很大比例。在 18 次跟踪中有 15 次大部分请求 (44.9%-57.4%) 是小请求 (即 4 KB)。启示 5：特征 2 显示，在 18 次跟踪中有 15 次 (44.9%-57.4%) 的大多数请求是小型单页 (4 KB) 请求。这意味着，快速处理大量小型请求可提高 eMMC 设备的整体性能。更好地满足这些小请求的一个可行方法是使用 SLC 闪存，它的读/写性能优于 MLC 闪存 (见表 4)。不过，SLC 比 MLC 昂贵得多。幸运的是，MLC 闪存单元可以在 SLC 模式下工作，有选择地使用其快速页，从而获得类似 SLC 的性能[2]。因此，性能的提升是以 50% 的容量损失为代价的。

启示 2: eMMC 中的 FTL 需要根据智能手机的 I/O 特性 (特性 3 和 6) 进行调整。我们发现, 18 项跟踪中有 13 项的平均请求到达间隔时间超过 200 毫秒, 这足够长的时间来完成垃圾收集过程。因此, 应重新设计 FTL 的垃圾回收机制, 以便在执行这些非数据密集型应用时启动垃圾回收。这样, 用户就不会感觉到垃圾收集导致的性能

## 结论

为了解智能手机应用程序的 I/O 模式，我们开发了一款名为 BIOtracer 的 I/O 监控工具，并将其集成到 Nexus 上的安卓内核 3.4 中。

5.接下来，我们对 25 条轨迹进行综合分析。我们观察到六种 I/O 特性。然后，根据这些特征得出 eMMC 设计的 5 个影响。最后，我们进行了一个案例研究，演示如何应用这些影响来优化 eMMC 设计。

## 鸣谢

这项工作得到了美国国家科学基金会的资助 (GrantCNS- 1320738)。

## 参考资料

[1] H. Kim 和 D. Shin. 优化安卓智能手机的存储性能. 第7届泛在信息管理与通信国际会议论文集, 第1页. 95.ACM, 2013年.

[21] S. Im and D. Shin, "Combottl: Improving performance and lifespan of mlc flash memory using slec," in *2019 IEEE International Symposium on High Performance Computer Architecture (HPCA)*, pp. 1–11, 2019.