



实验四 StratoVirt 构建及性能对比

冯海桐-522031910557

2025年1月



上海交通大學
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

实验概述



- StratoVirt 是一种轻量级虚拟化解决方案，旨在提供高性能和高安全性的虚拟化环境。它是由华为开发的，主要用于云计算和边缘计算场景。以下是 StratoVirt 的一些关键特性和优势：高性能，高安全性，快速启动，兼容性，开源。
- 本次实验使用的是头歌平台
- CPU类型是Intel



StratoVirt

启动时间



- Stratovirt 采用 BootLoader 模块，以跳过实模式直接进入保护模式的形式直接启动 Linux 内核，这样内核就能直接从保护模式的入口开始运行。但是实验结果表明，与传统的 QEMU 相比，StratoVirt的内核启动时间要更慢一些。

表 1 StratoVirt 启动时间情况

实验次数	内核启动时间	用户空间启动时间	总启动时间
1	1.036s	2min 2.438s	2min 3.474s
2	1.136s	2min 3.005s	2min 4.142s
3	1.031s	2min 2.352s	2min 3.383s
4	1.102s	2min 2.137s	2min 3.240s
5	0.983s	2min 2.358s	2min 3.342s
6	1.477s	2min 2.471s	2min 3.949s
7	1.056s	2min 2.346s	2min 3.402s
8	1.006s	2min 2.523s	2min 3.530s
9	1.033s	2min 2.465s	2min 3.498s
10	1.269s	2min 2.347s	2min 3.616s
平均值	1.113s	2min 2.444s	2min 3.558s

表 2 QEMU 启动时间情况

实验次数	内核启动时间	初始内存盘加载时间	用户空间启动时间	总启动时间
1	742ms	1.245s	5.428s	7.416s
2	742ms	1.137s	4.497s	6.377s
3	740ms	1.132s	4.472s	6.345s
4	733ms	1.142s	4.470s	6.346s
5	742ms	1.131s	4.474s	6.348s
6	748ms	1.140s	4.469s	6.358s
7	746ms	1.169s	5.432s	7.347s
8	759ms	1.143s	4.457s	6.360s
9	751ms	1.146s	4.479s	6.378s
10	745ms	1.154s	4.489s	6.389s
平均值	745ms	1.154s	4.667s	6.566s

内存占用



- StratoVirt 的内存占用相对稳定且较低，RSS（进程在物理内存中实际占用的页面数）和 Dirty（已经被修改但尚未写回到磁盘的内存页面）的值远低于 QEMU。
- QEMU 由于需要模拟复杂的硬件环境和保证较高的硬件兼容性，导致其内存占用明显高于 StratoVirt。

表 3 StratoVirt 内存占用情况

次数	内存段总大小 (KB)	RSS (KB)	Dirty (KB)
1	1128036	126988	121076
2	1128036	127172	121276
3	1128036	127200	121268
4	1128036	126836	120956
5	1128036	127056	121100
6	1128036	126964	121056
7	1128036	127344	121408
8	1128036	127288	121480
9	1128036	125876	119964
10	1128036	127400	121444
平均值	1128036	127012	121103

表 4 QEMU 内存占用情况

次数	内存段总大小 (KB)	RSS (KB)	Dirty (KB)
1	1583704	517768	496676
2	1580620	517716	496724
3	1583704	513588	492664
4	1586788	515772	494656
5	1585760	513728	492664
6	1583704	513592	492648
7	1583704	497368	476192
8	1657436	497192	476228
9	1585760	513612	492660
10	1583704	513492	492612
平均值	1591488	511383	490372

CPU 性能



- 键入命令： `sysbench cpu --time=60 --threads=N run`
- 由于头歌平台的CPU是单核的，所以线程数对CPU的速度影响不大。
- StratoVirt和 QEMU 的CPU速度和平均延迟相差不大，但是StratoVirt的最大延迟和延迟第 95 百分位数明显大于QEMU，这可能是因为二者使用了不同的线程调度算法。QEMU的算法更注重平均，而StratoVirt的算法更注重线程优先级。

表 5 StratoVirt CPU 性能情况

线程数	CPU 速度 (事件数/s)	平均延迟 (ms)	最大延迟 (ms)	延迟第 95 百分位数 (ms)
1	1258.20	0.79	12.82	0.86
	1254.58	0.80	4.60	0.86
4	1235.02	3.24	29.77	12.75
	1253.86	3.19	28.85	12.75
16	1248.91	12.80	136.93	61.08
	1200.74	13.31	101.02	61.08
32	1210.12	26.40	277.35	125.52
	1247.04	25.61	225.85	125.52
64	1256.95	50.77	468.25	253.35
	1231.84	51.82	428.78	253.35

表 6 QEMU CPU 性能情况

线程数	CPU 速度 (事件数/s)	平均延迟 (ms)	最大延迟 (ms)	延迟第 95 百分位数 (ms)
1	1245.16	0.80	6.03	0.86
	1234.29	0.81	2.83	0.87
4	1231.22	3.25	12.45	6.91
	1227.97	3.25	31.2	6.79
16	1230.06	12.99	48.10	16.71
	1236.13	12.93	51.49	16.71
32	1241.69	25.74	95.29	33.12
	1236.82	25.83	104.57	33.12
64	1227.23	52.05	187.80	65.65
	1231.25	51.89	187.83	65.65

内存性能



- 在终端键入命令：
sysbench memory --time=60 --threads=4 --memory-total-size=1000G --memory-block-size=SIZE --memory-access-mode=STRING
- StratoVirt 在顺序访问模式下的内存性能明显优于 QEMU，但是随机访问模式下二者相差不大。同时，StratoVirt 和 QEMU 都是顺序访问速度高于随机访问。

表 7 StratoVirt 内存性能情况

内存块大小 (KB)	传输速率 (MiB/s)			
	顺序访问		随机访问	
1	2051.73	2057.26	1169.54	1171.86
2	3660.01	3831.17	1569.86	1484.15
4	6373.66	6384.70	1909.92	1898.80
8	9701.11	9762.81	2087.73	2036.55

表 8 QEMU 内存性能情况

内存块大小 (KB)	传输速率 (MiB/s)			
	顺序访问		随机访问	
1	1786.34	1795.41	1092.63	1090.44
2	3312.75	3330.06	1511.13	1471.88
4	5713.65	5673.49	1844.80	1714.41
8	8798.78	9010.34	2114.52	1954.29

I/O 速度——单队列读写延迟



- 创建测试文件: `sysbench fileio --file-total-size=20M prepare`
- 测试命令: `sysbench fileio --time=60 --threads=1 --file-block-size=4k --file-total-size=20M --file-test-mode=STRING run`
- 对于队列读写的延迟, QEMU 略优于 StratoVirt。

表 9 StratoVirt 单个队列读写的延迟

测试方式	平均延迟 (ms)	最大延迟 (ms)	延迟第 95 百分位数 (ms)
随机读	0.00	3.81	0.00
	0.00	4.11	0.00
随机写	0.22	8.74	0.63
	0.22	7.12	0.63
顺序读	0.00	4.07	0.00
	0.00	3.89	0.00
顺序写	0.10	7.93	0.16
	0.10	102.16	0.17

表 10 QEMU 单个队列读写的延迟

测试方式	平均延迟 (ms)	最大延迟 (ms)	延迟第 95 百分位数 (ms)
随机读	0.00	6.27	0.00
	0.00	1.70	0.00
随机写	0.19	13.74	0.61
	0.20	30.31	0.61
顺序读	0.00	2.09	0.00
	0.00	1.58	0.00
顺序写	0.06	25.19	0.08
	0.06	16.67	0.08

I/O 速度——吞吐量



- 测试命令: `sysbench fileio --time=60 --threads=32 --file-block-size=128k --file-total-size=20M --file-test-mode=STRING run`
- 吞吐率上, StratoVirt 明显优于 QEMU。
- 值得注意的是, 这里出现了顺序读写慢于随机读写的情况, 原因可能是硬盘本身支持并行读写, 而顺序读写无法完全发挥该功能。

表 11 StratoVirt 与 QEMU 吞吐量

测试方式	吞吐量 (MiB/s)			
	StratoVirt		QEMU	
随机读	13656.75	13690.03	12037.26	11899.84
随机写	686.95	730.32	484.44	479.57
顺序读	12535.40	12550.58	10632.70	10618.56
顺序写	540.29	559.77	390.91	389.50

I/O 速度——IOPS



- 测试命令: `sysbench fileio --time=60 --threads=32 --file-block-size=4k --file-total-size=20M --file-test-mode=STRING run`
- 对于 IOPS, StratoVirt 在随机读写和顺序读上具有优势, 而 QEMU 在顺序写上做的更好。
- 清除命令: `sysbench fileio cleanup`

表 12 StratoVirt IOPS

测试方式	读取速率 (次/s)	写入速率 (次/s)	文件同步速率 (次/s)
随机读	982908.71	-	-
	1011316.83	-	-
随机写	-	9660.41	12431.76
	-	10348.89	13312.97
顺序读	1086956.68	-	-
	1102415.97	-	-
顺序写	-	10409.14	13390.13
	-	10366.80	13336.37

表 13 QEMU IOPS

测试方式	读取速率 (次/s)	写入速率 (次/s)	文件同步速率 (次/s)
随机读	847807.92	-	-
	856456.66	-	-
随机写	-	6324.14	8162.23
	-	7520.72	9693.21
顺序读	925970.18	-	-
	921396.72	-	-
顺序写	-	11929.15	15336.57
	-	12116.22	15575.85

遇到的问题及解决方案



- 在测试内存性能的时候，使用默认的数据总大小，即 100G，发现在内存块大小设置为 2k 的时候就跑不满 60s。所以我将数据总大小提升到 1000G，问题解决。
- 在测试 I/O 速度的时候，生成测试文件的时候磁盘空间不足。当时有两个办法：其一是扩大磁盘容量，其二是减少文件总大小。我选择了第二种，将总文件大小设置为 20M。但是怕会影响吞吐量，所以又提升到 40M，发现吞吐量相差无几，于是便采用了 20M 的总文件大小。

感谢垂听

