```
(env311) PS F:\test> & F:/test/env311/Scripts/python.exe f:/test/net/memory_raid_zero_copy.py
INFO:__main__:🚀 啟動Memory RAID零拷貝系統!
INFO:__main__:🚀 初始化Memory RAID零拷貝系統...
INFO:__main__:✅ OpenCL初始化: gfx1010:xnack-, 6 通道
INFO:__main__:🏗️  初始化記憶體通道...
INFO:__main__:   l3_cache: 20 個通道, 16KB each
INFO:__main__:   ddr4_a: 15 個通道, 256KB each
INFO:__main__:   ddr4_b: 15 個通道, 256KB each
INFO:__main__:   ddr5_a: 10 個通道, 1024KB each
INFO:__main__:   ddr5_b: 10 個通道, 1024KB each
INFO:__main__:   sam_channel: 8 個通道, 2048KB each
INFO:__main__:⚙️  配置Memory RAID等級...
INFO:__main__:✅ RAID配置完成
INFO:__main__:⚡ 預編譯Memory RAID kernels...
F:\test\env311\Lib\site-packages\pyopencl\cache.py:496: CompilerWarning: Non-empty compiler output
encountered. Set the environment variable PYOPENCL_COMPILER_OUTPUT=1 to see more.
  _create_built_program_from_source_cached(
INFO:__main__:✅ Memory RAID kernels編譯完成
INFO:__main__:✅ Memory RAID系統初始化完成
INFO:__main__:
======================================================================
INFO:__main__:🚀 Memory RAID 零拷貝性能基準測試
INFO:__main__:======================================================================
INFO:__main__:
🔬 測試RAID級別: raid_0
INFO:__main__:   數據大小: 16384 元素 (0.1 MB)
INFO:__main__:🔬 測試Memory RAID: raid_0 (數據大小: 16384)
f:\test\net\memory_raid_zero_copy.py:635: RepeatedKernelRetrieval: Kernel 'raid_0_stripe_kernel' has been
retrieved more than once. Each retrieval creates a new, independent kernel, at possibly considerable
expense. To avoid the expense, reuse the retrieved kernel instance. To avoid this warning, use
cl.Kernel(prg, name).
  kernel = self.raid_program.raid_0_stripe_kernel
INFO:__main__:     總時間: 0.94ms
INFO:__main__:     吞吐量: 17.4 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 61.1%
INFO:__main__:     並行度: 4.0x
INFO:__main__:     使用通道: 4
INFO:__main__:   數據大小: 65536 元素 (0.2 MB)
INFO:__main__:🔬 測試Memory RAID: raid_0 (數據大小: 65536)
INFO:__main__:     總時間: 1.02ms
INFO:__main__:     吞吐量: 64.2 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 63.5%
INFO:__main__:     並行度: 4.0x
INFO:__main__:     使用通道: 4
INFO:__main__:   數據大小: 262144 元素 (1.0 MB)
INFO:__main__:🔬 測試Memory RAID: raid_0 (數據大小: 262144)
INFO:__main__:     總時間: 0.96ms
INFO:__main__:     吞吐量: 271.8 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 58.6%
INFO:__main__:     並行度: 4.0x
INFO:__main__:     使用通道: 4
INFO:__main__:   數據大小: 1048576 元素 (4.0 MB)
INFO:__main__:🔬 測試Memory RAID: raid_0 (數據大小: 1048576)
INFO:__main__:     總時間: 1.40ms
INFO:__main__:     吞吐量: 748.8 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 54.2%
INFO:__main__:     並行度: 4.0x
INFO:__main__:     使用通道: 4
INFO:__main__:
🔬 測試RAID級別: raid_1
INFO:__main__:   數據大小: 16384 元素 (0.1 MB)
INFO:__main__:🔬 測試Memory RAID: raid_1 (數據大小: 16384)
INFO:__main__:     總時間: 329.2µs ⚡
```

```
INFO:__main__:     吞吐量: 49.8 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 91.8%
INFO:__main__:     並行度: 2.0x
INFO:__main__:     使用通道: 2
INFO:__main__:   數據大小: 65536 元素 (0.2 MB)
INFO:__main__: 🔬 測試Memory RAID: raid_1 (數據大小: 65536)
INFO:__main__:     總時間: 346.9µs ⚡
INFO:__main__:     吞吐量: 188.9 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 91.8%
INFO:__main__:     並行度: 2.0x
INFO:__main__:     使用通道: 2
INFO:__main__:   數據大小: 262144 元素 (1.0 MB)
INFO:__main__: 🔬 測試Memory RAID: raid_1 (數據大小: 262144)
INFO:__main__:     總時間: 341.6µs ⚡
INFO:__main__:     吞吐量: 767.3 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 92.0%
INFO:__main__:     並行度: 2.0x
INFO:__main__:     使用通道: 2
INFO:__main__:   數據大小: 1048576 元素 (4.0 MB)
INFO:__main__: 🔬 測試Memory RAID: raid_1 (數據大小: 1048576)
INFO:__main__:     總時間: 294.3µs ⚡
INFO:__main__:     吞吐量: 3563.2 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 91.4%
INFO:__main__:     並行度: 2.0x
INFO:__main__:     使用通道: 2
INFO:__main__:
🔬 測試RAID級別: raid_10
INFO:__main__:   數據大小: 16384 元素 (0.1 MB)
INFO:__main__: 🔬 測試Memory RAID: raid_10 (數據大小: 16384)
INFO:__main__:     總時間: 0.58ms
INFO:__main__:     吞吐量: 28.1 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 91.5%
INFO:__main__:     並行度: 4.0x
INFO:__main__:     使用通道: 4
INFO:__main__:   數據大小: 65536 元素 (0.2 MB)
INFO:__main__: 🔬 測試Memory RAID: raid_10 (數據大小: 65536)
INFO:__main__:     總時間: 0.66ms
INFO:__main__:     吞吐量: 98.6 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 87.7%
INFO:__main__:     並行度: 4.0x
INFO:__main__:     使用通道: 4
INFO:__main__:   數據大小: 262144 元素 (1.0 MB)
INFO:__main__: 🔬 測試Memory RAID: raid_10 (數據大小: 262144)
INFO:__main__:     總時間: 0.69ms
INFO:__main__:     吞吐量: 379.6 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 78.2%
INFO:__main__:     並行度: 4.0x
INFO:__main__:     使用通道: 4
INFO:__main__:   數據大小: 1048576 元素 (4.0 MB)
INFO:__main__: 🔬 測試Memory RAID: raid_10 (數據大小: 1048576)
INFO:__main__:     總時間: 1.55ms
INFO:__main__:     吞吐量: 677.8 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 64.7%
INFO:__main__:     並行度: 4.0x
INFO:__main__:     使用通道: 4
INFO:__main__:
🔬 測試RAID級別: adaptive
INFO:__main__:   數據大小: 16384 元素 (0.1 MB)
INFO:__main__: 🔬 測試Memory RAID: adaptive (數據大小: 16384)
INFO:__main__:     總時間: 0.68ms
INFO:__main__:     吞吐量: 24.2 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 91.1%
```

```
INFO:__main__:     並行度: 4.0x
INFO:__main__:     使用通道: 4
INFO:__main__:   數據大小: 65536 元素 (0.2 MB)
INFO:__main__:🔬 測試Memory RAID: adaptive (數據大小: 65536)
INFO:__main__:     總時間: 0.69ms
INFO:__main__:     吞吐量: 95.5 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 87.8%
INFO:__main__:     並行度: 4.0x
INFO:__main__:     使用通道: 4
INFO:__main__:   數據大小: 262144 元素 (1.0 MB)
INFO:__main__:🔬 測試Memory RAID: adaptive (數據大小: 262144)
INFO:__main__:     總時間: 0.64ms
INFO:__main__:     吞吐量: 412.2 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 84.2%
INFO:__main__:     並行度: 4.0x
INFO:__main__:     使用通道: 4
INFO:__main__:   數據大小: 1048576 元素 (4.0 MB)
INFO:__main__:🔬 測試Memory RAID: adaptive (數據大小: 1048576)
INFO:__main__:     總時間: 1.05ms
INFO:__main__:     吞吐量: 1000.9 MOPS
INFO:__main__:     RAID效率: 71.3%
INFO:__main__:     並行度: 4.0x
INFO:__main__:     使用通道: 4
INFO:__main__:
🎯 Memory RAID 性能分析:
INFO:__main__:
   數據大小 262144 元素 (1.0 MB) 性能對比:
INFO:__main__:     🥇 raid_1:
INFO:__main__:       延遲: 341.6μs
INFO:__main__:       吞吐量: 767.3 MOPS
INFO:__main__:       RAID效率: 92.0%
INFO:__main__:       並行度: 2.0x
INFO:__main__:     🥈 adaptive:
INFO:__main__:       延遲: 636.0μs
INFO:__main__:       吞吐量: 412.2 MOPS
INFO:__main__:       RAID效率: 84.2%
INFO:__main__:       並行度: 4.0x
INFO:__main__:     🥉 raid_10:
INFO:__main__:       延遲: 690.5μs
INFO:__main__:       吞吐量: 379.6 MOPS
INFO:__main__:       RAID效率: 78.2%
INFO:__main__:       並行度: 4.0x
INFO:__main__:     📊 raid_0:
INFO:__main__:       延遲: 964.6μs
INFO:__main__:       吞吐量: 271.8 MOPS
INFO:__main__:       RAID效率: 58.6%
INFO:__main__:       並行度: 4.0x
INFO:__main__:
🏆 Memory RAID 天花板:
INFO:__main__:   最佳RAID: raid_1
INFO:__main__:   極限延遲: 294.3 μs
INFO:__main__:   極限吞吐量: 3563.2 MOPS
INFO:__main__:   最大並行度: 2.0x
INFO:__main__:   最佳通道數: 2
INFO:__main__:
📊 Memory RAID vs 你的SAM優化對比:
INFO:__main__:   你的SAM最佳: 715.1 MOPS (1MB數據)
INFO:__main__:   Memory RAID: 3563.2 MOPS
INFO:__main__:   理論提升: +398.3% 🚀
INFO:__main__:
💡 Memory RAID 優勢:
INFO:__main__:   ✅ RAID 0: 條帶化並行，最大吞吐量
```

```
INFO:__main__:    ✅ RAID 1: 鏡像讀取，最低延遲
INFO:__main__:    ✅ RAID 10: 平衡性能，適合混合負載
INFO:__main__:    ✅ 自適應: 根據數據大小智能選擇
INFO:__main__:    ✅ 多通道: 充分利用記憶體控制器
INFO:__main__:    ✅ 基於你的SAM 8K優化: 硬件級加速
INFO:__main__:
🎉 Memory RAID測試完成！磁碟陣列原理成功應用到零拷貝優化！
(env311) PS F:\test>
```