

```
(env311) PS F:\test> & F:/test/env311/Scripts/python.exe f:/test/net/zero_copy_breakthrough.py
INFO:__main__: 🛠️ 初始化高級零拷貝環境...
INFO:__main__: ✅ RetryIX SVM Core 已載入: OpenCL.dll
INFO:__main__: SVM粗粒度: ✅
INFO:__main__: SVM細粒度: ✅
INFO:__main__: SVM原子操作: ❌
INFO:__main__: 統一內存: ❌
INFO:__main__: 內存映射: ✅
INFO:__main__: ✅ 環境初始化完成
INFO:__main__: 設備: gfx1010:xnack-
INFO:__main__: 支持特性: ['svm_coarse', 'svm_fine', 'svm_atomics', 'unified_memory', 'map_buffer']
INFO:__main__: 🚀 初始化高級內存管理...
INFO:__main__: 初始化HOST_PTR池...
INFO:__main__: 初始化SVM池...
INFO:__main__: RetryIX SVM池初始化成功! 分配 3 個SVM buffer
INFO:__main__: 初始化映射內存池...
INFO:__main__: 🎯 開始全面零拷貝技術對比測試
INFO:__main__: 📋 測試策略: ['traditional', 'use_host_ptr', 'ultra_fast_host_ptr', 'map_buffer', 'svm_coarse']
INFO:__main__: 📏 測試大小: [1024, 10240, 102400, 1024000]
INFO:__main__: 🚀 RetryIX SVM 測試已啟用
INFO:__main__: 📋 測試策略: traditional
INFO:__main__: 測試大小: 1024 元素 (4.0 KB)
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__: 總時間: 520.5 µs ⚡ 亞毫秒級!
INFO:__main__: 其中內核: 171.8 µs (33.0%)
INFO:__main__: 數據準備: 72.4 µs ⚡ 超高效!
INFO:__main__: 測試大小: 10240 元素 (40.0 KB)
INFO:__main__: 總時間: 341.4 µs ⚡ 亞毫秒級!
INFO:__main__: 其中內核: 142.3 µs (41.7%)
INFO:__main__: 數據準備: 57.7 µs ⚡ 超高效!
INFO:__main__: 測試大小: 102400 元素 (400.0 KB)
INFO:__main__: 總時間: 696.5 µs ⚡ 亞毫秒級!
INFO:__main__: 其中內核: 229.3 µs (32.9%)
INFO:__main__: 測試大小: 1024000 元素 (4000.0 KB)
INFO:__main__: 總時間: 5727.7 µs (5.73 ms)
INFO:__main__: 其中內核: 865.7 µs (15.1%)
INFO:__main__: 📋 測試策略: use_host_ptr
INFO:__main__: 測試大小: 1024 元素 (4.0 KB)
INFO:__main__: 總時間: 202.4 µs ⚡ 亞毫秒級!
INFO:__main__: 其中內核: 172.8 µs (85.4%)
INFO:__main__: 數據準備: 7.8 µs ⚡ 超高效!
INFO:__main__: 測試大小: 10240 元素 (40.0 KB)
INFO:__main__: 總時間: 119.7 µs ⚡ 亞毫秒級!
INFO:__main__: 其中內核: 105.8 µs (88.5%)
INFO:__main__: 數據準備: 5.5 µs ⚡ 超高效!
INFO:__main__: 測試大小: 102400 元素 (400.0 KB)
INFO:__main__: 總時間: 255.5 µs ⚡ 亞毫秒級!
INFO:__main__: 其中內核: 224.9 µs (88.0%)
INFO:__main__: 數據準備: 15.5 µs ⚡ 超高效!
INFO:__main__: 測試大小: 1024000 元素 (4000.0 KB)
INFO:__main__: 總時間: 1621.2 µs (1.62 ms)
INFO:__main__: 其中內核: 1216.9 µs (75.1%)
INFO:__main__: 📋 測試策略: ultra_fast_host_ptr
INFO:__main__: 測試大小: 1024 元素 (4.0 KB)
INFO:__main__: 總時間: 100.8 µs ⚡ 亞毫秒級!
INFO:__main__: 其中內核: 94.9 µs (94.2%)
```

INFO: __main__: 數據準備: 2.7 μs ⚡ 超高效!
INFO: __main__: 測試大小: 10240 元素 (40.0 KB)
INFO: __main__: 總時間: 103.0 μs ⚡ 亞毫秒級!
INFO: __main__: 其中內核: 97.2 μs (94.3%)
INFO: __main__: 數據準備: 3.5 μs ⚡ 超高效!
INFO: __main__: 測試大小: 102400 元素 (400.0 KB)
INFO: __main__: 總時間: 220.2 μs ⚡ 亞毫秒級!
INFO: __main__: 其中內核: 203.2 μs (92.3%)
INFO: __main__: 數據準備: 14.7 μs ⚡ 超高效!
INFO: __main__: 測試大小: 1024000 元素 (4000.0 KB)
INFO: __main__: 總時間: 1538.4 μs (1.54 ms)
INFO: __main__: 其中內核: 1212.3 μs (78.8%)
INFO: __main__:

🔧 測試策略: map_buffer

INFO: __main__: 測試大小: 1024 元素 (4.0 KB)
INFO: __main__: 總時間: 846.3 μs ⚡ 亞毫秒級!
INFO: __main__: 其中內核: 187.7 μs (22.2%)
INFO: __main__: 測試大小: 10240 元素 (40.0 KB)
INFO: __main__: 總時間: 252.9 μs ⚡ 亞毫秒級!
INFO: __main__: 其中內核: 155.2 μs (61.4%)
INFO: __main__: 數據準備: 29.4 μs ⚡ 超高效!
INFO: __main__: 測試大小: 102400 元素 (400.0 KB)
INFO: __main__: 總時間: 443.3 μs ⚡ 亞毫秒級!
INFO: __main__: 其中內核: 266.0 μs (60.0%)
INFO: __main__: 數據準備: 46.3 μs ⚡ 超高效!
INFO: __main__: 測試大小: 1024000 元素 (4000.0 KB)
INFO: __main__: 總時間: 3364.9 μs (3.36 ms)
INFO: __main__: 其中內核: 1518.7 μs (45.1%)
INFO: __main__:

🔧 測試策略: svm_coarse

INFO: __main__: 測試大小: 1024 元素 (4.0 KB)
INFO: __main__: 總時間: 140.0 μs ⚡ 亞毫秒級!
INFO: __main__: 其中內核: 101.7 μs (72.7%)
INFO: __main__: 數據準備: 16.0 μs ⚡ 超高效!
INFO: __main__: 測試大小: 10240 元素 (40.0 KB)
INFO: __main__: 總時間: 134.2 μs ⚡ 亞毫秒級!
INFO: __main__: 其中內核: 96.9 μs (72.2%)
INFO: __main__: 數據準備: 17.2 μs ⚡ 超高效!
INFO: __main__: 測試大小: 102400 元素 (400.0 KB)
INFO: __main__: 總時間: 298.1 μs ⚡ 亞毫秒級!
INFO: __main__: 其中內核: 216.7 μs (72.7%)
INFO: __main__: 數據準備: 51.3 μs ⚡ 超高效!
INFO: __main__: 測試大小: 1024000 元素 (4000.0 KB)
INFO: __main__: 總時間: 1493.8 μs (1.49 ms)
INFO: __main__: 其中內核: 1133.3 μs (75.9%)
INFO: __main__:

INFO: __main__: 🎯 高級零拷貝技術效果分析

INFO: __main__: =====
INFO: __main__:

📊 性能對比表 (時間單位: 微秒)

INFO: __main__: 策略\大小	1024(4KB)	10240(40KB)	102400(400KB)	1024000(4000KB)
INFO: __main__: -----				
INFO: __main__: traditional	521(1.00x)	341(1.00x)	696(1.00x)	5728(1.00x)
INFO: __main__: use_host_ptr	202(2.57x)	120(2.85x)	256(2.73x)	1621(3.53x)
INFO: __main__: ultra_fast_host_ptr	101(5.16x)	103(3.31x)	220(3.16x)	1538(3.72x)
INFO: __main__: map_buffer	846(0.62x)	253(1.35x)	443(1.57x)	3365(1.70x)
INFO: __main__: svm_coarse	140(3.72x)	134(2.54x)	298(2.34x)	1494(3.83x)
INFO: __main__:				

🏆 最佳策略分析:

INFO: __main__:
數據大小 1024 (4.0 KB):
INFO: __main__: 最佳策略: ultra_fast_host_ptr
INFO: __main__: 總時間: 100.8 μs

INFO: __main__: 計算占比: 94.2%
INFO: __main__: 性能提升: 5.16倍
INFO: __main__:

數據大小 10240 (40.0 KB):

INFO: __main__: 最佳策略: ultra_fast_host_ptr
INFO: __main__: 總時間: 103.0 μ s
INFO: __main__: 計算占比: 94.3%
INFO: __main__: 性能提升: 3.31倍
INFO: __main__:

數據大小 102400 (400.0 KB):

INFO: __main__: 最佳策略: ultra_fast_host_ptr
INFO: __main__: 總時間: 220.2 μ s
INFO: __main__: 計算占比: 92.3%
INFO: __main__: 性能提升: 3.16倍
INFO: __main__:

數據大小 1024000 (4000.0 KB):

INFO: __main__: 最佳策略: svm_coarse
INFO: __main__: 總時間: 1493.8 μ s
INFO: __main__: 計算占比: 75.9%
INFO: __main__: 性能提升: 3.83倍
INFO: __main__:

🚀 亞毫秒級技術突破總結:

INFO: __main__: 📊 亞毫秒級測試占比: 15/20 (75.0%)
INFO: __main__: ⚡ 最快記錄: ultra_fast_host_ptr @ 1024元素 = 100.8 μ s
INFO: __main__: ✅ 最高計算占比策略: ultra_fast_host_ptr (89.9%)
INFO: __main__: 🎉 亞毫秒級突破成功! 數據傳輸延遲基本消除
INFO: __main__:

💡 性能推薦方案:

INFO: __main__: 小數據(< 10KB): ultra_fast_host_ptr (101 μ s ⚡, 計算占比94.2%)
INFO: __main__: 中數據(10KB-100KB): ultra_fast_host_ptr (103 μ s ⚡, 計算占比94.3%)
INFO: __main__: 大數據(100KB-1MB): ultra_fast_host_ptr (220 μ s ⚡, 計算占比92.3%)
INFO: __main__: 超大數據(> 1MB): svm_coarse (1.49ms, 計算占比75.9%)
INFO: __main__:

🎊 高級零拷貝技術測試完成!
(env311) PS F:\test>