

# 針對 Linux 6.8 版本中 KSM Advisor 機制的效能分析

## Analyzing the Performance of the KSM Advisor Mechanism on Linux v6.8

指導教授：涂嘉恒

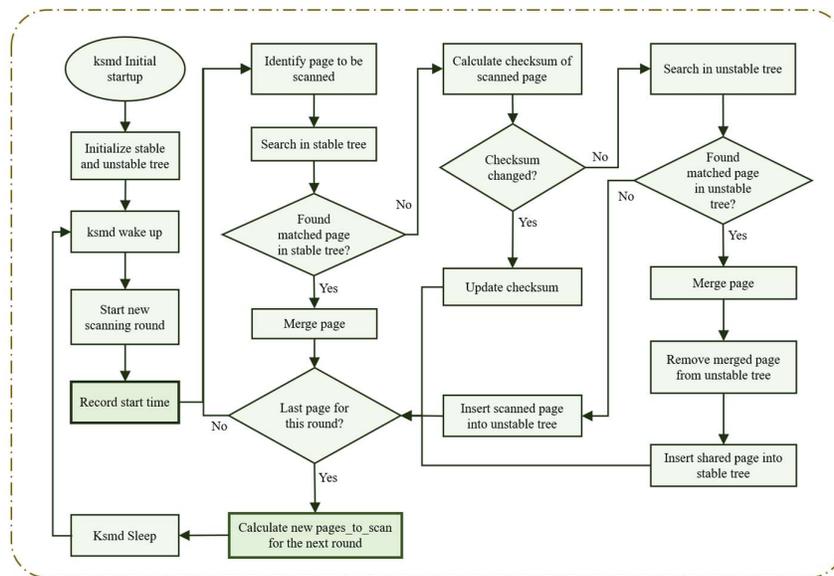
專題成員：董宜蓁

開發工具：Apache 2.4.52, Siege 4.0.7, libvirt 8.0.0, QEMU 6.2.0

測試環境：Ubuntu 22.04.5 LTS

### 一、簡介：

本專題針對 Linux 6.8 版本中新引入的 KSM Advisor 機制進行效能分析與比較。KSM (Kernel Samepage Merging) 是虛擬化環境中的一項重要的記憶體去重技術，能夠將多個虛擬機器中相同的記憶體頁面合併，以提升整體記憶體使用效率。KSM Advisor 則透過動態調整掃描頁數，試圖在效能與 CPU 使用率之間取得最佳平衡。本研究透過模擬不同虛擬機器密度與工作負載（靜態與動態）下的執行情境，評估 KSM 與 KSM Advisor 在記憶體合併效率與 ksmd 進程在 CPU 負載方面的表現差異，並探討 KSM Advisor 在實際運作中 CPU 使用率可能超出上限 (70%) 限制的原因，進一步分析其控制機制與潛在改進空間。



▲ Workflow of KSM Algorithm (with KSM Advisor)

## 二、測試結果：

從實驗結果可觀察到，開啟 KSM Advisor 雖然能在不同工作負載下提升頁面合併效率，但同時也顯著增加了 ksmd 的 CPU 使用率。在動態工作負載中，CPU 使用率最高可達 78.85%，明顯超過 KSM Advisor 程式中所設定的最大限制（`ksm_advisor_max_cpu = 70`）。

深入分析其原因，KSM Advisor 是透過前一輪掃描所耗費的 CPU 時間與掃描頁數計算出 `per_page_cost`，並預估下一輪的掃描頁數。然而，由於每一輪實際的頁面內容與合併情況會有所不同，若某輪遇到大量可合併頁面，實際的 CPU 使用率就可能大幅高於預估值，進而導致超過設定的上限。

此外，因為 `per_page_cost` 是依賴上一次結果計算的預估值，其在高變動的工作負載環境下更容易造成估算偏差，導致無法準確控制 CPU 資源的使用。

Workload	VM Count	Time Saved in Deduplication Start (s)	Speedup (%)
Dynamic	10	2682.08	95.10%
	15	4102.69	96.77%
	20	5411.94	96.17%
Static	10	2729.53	95.22%
	15	4095.13	96.60%
	20	5460.50	97.71%

▲ KSM advisor 在各種環境下的記憶體合併加速效果

