

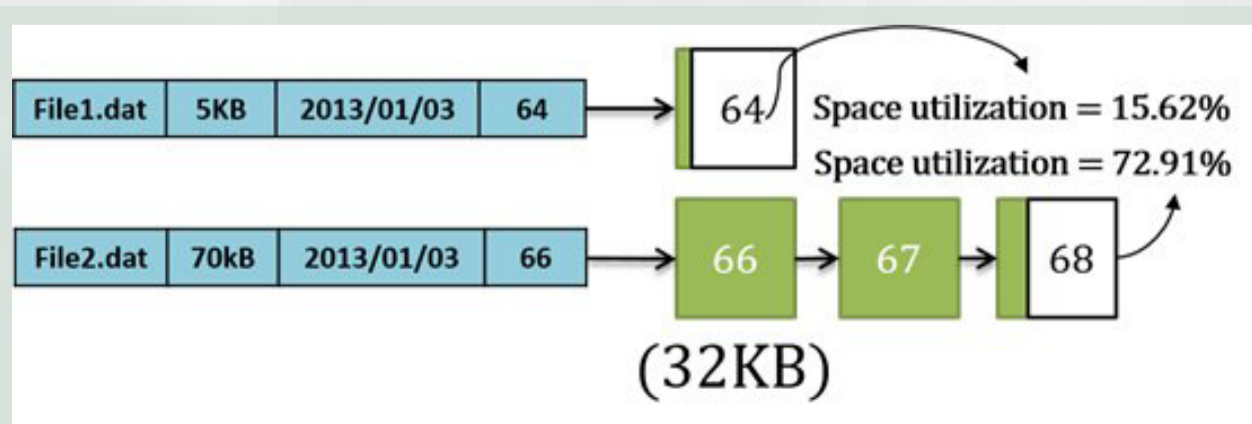
創造額外 64% 使用空間 動態檔尾合併技術 最佳化嵌入式檔案系統之空間利用率

張原豪 副研究員

嵌入式行動運算系統，此系統平台通常是由電池供電，並被廣泛使用在許多日常應用中。傳統上，由於製造成本以及耗能的限制，嵌入式系統平台通常都會配置有限計算能力的處理器、有限空間主記憶體 (RAM) 以及小量的第二儲存裝置。然而，隨著科技的進步，近年來嵌入式行動運算系統具有較好的運算能力，也因此部份嵌入式系統採用嵌入式檔案系統 (Embedded File System) 來簡化複雜的檔案管理程序。舉例來說，安卓 (Android) 檔案系統不再使用日誌型 (Log-based) 檔案管理方式 (例如：yaffs2)。取而代之，嵌入式行動運算系統，如：行動電話、嵌入式消費型電子產品，藉由一個簡化的檔案系統來管理在快閃記憶體 (flash memory) 儲存裝置中的檔案。然而，現行的檔案系統為了方便管理儲存空間，通常會將儲存空間配置成多個基本儲存單位，例如：叢集 (Cluster)，而一個基本儲存單位往往是幾千位元組 (Kilobytes)。這樣的空間配置方式導致在儲存小檔案或檔尾時，會有較低的空間利用率問題，而這個問題也成為在設計有限儲存空間的嵌入式儲存

系統中的重要議題。

由於大部份的嵌入式檔案系統，無論檔案多小，配置空間給單一儲存檔案都是以一個叢集為最基本的配置單位。其中這類檔案系統著名的有 FAT 和 ext3/ext4 檔案系統，其中 FAT 由於夠簡化，並可以使用在資源限制的嵌入式系統，而 ext4 則是 Linux 作業系統預設的檔案系統。然而，這類以叢集為基本存儲單位來分配空間的檔案系統，應用在嵌入式系統上會使其儲存之空間利用率嚴重下降，特別是應用在感測節點和控制系統，這類應用系統裝置上所有儲存的資料大多是小資料。此外，這樣的狀況會在更大的存儲裝置上更加嚴重。因為當存儲空間上升，叢集的大小也會上升。舉例來說，為了要管理 32GB 以上的儲存空間，FAT 檔案系統將其叢集大小成長至 32KB。這樣一來，空間利用率就會變的更低。舉例來說，當叢集大小為 32KB 時，若有一個小檔案只有 5KB 的內容，在這樣的情況下，此檔案就會浪費 27KB 的空間，而在相同的情況下，一個 70KB 的檔案 (由於系統還是會分配一個完整的叢集空間給其檔尾，這樣



低空間利用率問題 (圖一)。