



可提供更安全之高效能的混合式快閃陣列

編製人：喬治·克蘭普 (George Crump)，首席分析師
編製日期：2013年8月8日

大約兩年前，瑞士儲存公司就已預言：自動分層科技所能做到的，絕非僅只於在硬式磁碟與快閃記憶體之間進行資料轉移；它應該也能在以快閃存取為基礎的不同類型儲存裝置之間進行資料移轉。現在，此種快閃分層技術終於推出，但卻非由某家新成立、試圖藉此攫取市場目光的公司所完成；它是來自於一家卓富盛名的儲存供應商、戴爾 Compellent (Dell Compellent)。該公司是將硬式磁碟自動分層技術導入市場的其中一家業者，但倚賴的並非其過去的名氣、而是靠著不斷創新才得以完成。

瑞士儲存公司受戴爾之委託，為 Compellent 儲存系統產品系列中的生力軍 – Compellent 全快閃陣列 (Compellent All-Flash Array)、及該公司稱之為「以磁碟價格，享有快閃存取效能」進行驗證。

在我們的測試中，發覺到戴爾所做的並非只是把快閃記憶體加入其儲存系統而已，他們事實上已對該快閃存取下了不少功夫。在這項產品中，戴爾特別把資料寫入快閃層的方式做了改變，這使其更能善用低等待時間 (低延遲) 架構所帶來的好處。結果則是：不同於市場中其他大型的儲存供應商，戴爾 Compellent 並不需要引進一套專用的全快閃存取裝置、及搭配一組全新的架構與軟體。相反的，他們還讓現有的架構「更為精簡」，使其發揮快閃存取之效能、並滿足主流企業客戶的需求：安全，可靠，全面相之效能。

這款主流資料中心，係由混合式的工作量 (workload) (資料庫、虛擬伺服器基礎架構、VDI) 需求效能所構成；基本上，每一工作量 (workload) 的每秒 I/O 次數、其範圍係介於 5 萬至 10 萬之間，並未達到每秒 I/O 為百萬次的極致效能。在這些主流環境的存取系統中，可靠度與相容性，其重要程度並不亞於極致效能。

由於快閃存取在材料上會有磨耗情況，其安全性也成為一項重要的要求。高品質的企業級固態硬碟，應該與例如 RAID 10 的先進資料保護方式合併使用。該儲存系統的可靠度當然也不容輕忽。在新的全快閃存取供應商中，有許多都未曾、或在其首此推出的產品內並未提供高可用度的這項功能。對於主流資料中心來說，這是相當危險的情況；因為它的所有資料，很可能就只存在於單一的儲存系統內。最後導致這些為了效能而購買的全快閃陣列，卻因為配合其儲存管理的各種特性、而無法達到預期效能。因此，一套主流資料中心若要吸引使用者，其平衡性是不可或缺的。

在本實驗室這份報告中，將證明戴爾的產品已良好達到這種平衡。

技術

戴爾的全快閃陣列，係以該公司最頂級的 Compellent 儲存控制器與 Storage Center 6.4 做為基礎，對於被寫入至快閃記憶體的資料，可提供特定的最佳化方式。戴爾將這組控制器裝設於一個可放置 24 顆硬碟裝置、2U 機架式的最佳化快閃硬碟櫃內。初始組態必須有 6 顆 SCL 與 6 顆 MLC 固態硬碟驅動裝置；剩餘的 12 個硬碟裝置槽位，則可根據擴充需求做搭配組合。就如下文將做的說明，根據瑞士儲存的研究，在進行擴充時若只使用 MLC 固態硬碟，我們相信大部份的使用者將能取得最佳效能。

戴爾把 SLC 與 MLC 快閃儲存的運用，發揮到淋漓盡致。所有以快閃為基礎的固態硬碟都面臨同樣的問題 – 寫入，因為它會對存取裝置造成磨耗。不論是從效能或耐久性的角度來看，SLC 都要比 MLC 更適合處理資料的寫入。事實上，與 MLC 相較下，SLC 快閃裝置的耐久性要長達 5 至 10 倍、寫入的速度則可快達 2 至 3 倍。兩者在讀取方面的特性則不分軒輊，但 MLC 的價格則明顯便宜許多。

在一個強調讀取的環境中，MLC 顯然是急價格、效能與可靠度於大成之不二首選；但對於主流資料中心來說，若把這些讀取的繁重工作量 (workload) 隔絕在外，或許就並非良策了。戴爾 Compellent 全快閃陣列，則利用其經過詳細檢驗的 Data Progression 技術，為使用者自動解決了這項難題。在這套全快閃陣列的組態中，所有接收的寫入資料都會被傳送至 SLC 的裝置內。在一般的快照 (瞬間擷取資料) 活動過程中，效能最佳化的 SLC 裝置則會擁入資料；但當它的容量開始呈現滿載時，系統就會自動執行資料清除的動作。這些被清除的資料，會被自動轉移至容量最佳化的 MLC 裝置內、以供讀取用；該 SCL 裝置的空間將被釋放出來，以容納新接收的寫入資料。

值得關切的重點乃是：將資料由某個快閃裝置移轉至另一個時，對效能所造成的影響。這項過程的本身，是否會對快閃存取效能造成衝擊？在我們的測試中，當執行 Data Progression 過程時，除了控制器的中央處理器使用率會略為升高之外，對於效能則並未發現任何顯著或可量測的滑落。透過對該發展模式的多重測試後，其效能始終維持穩定。換言之，這種 SLC/MLC 裝置組合後，可達到自動分層儲存的要求、並且不會對效能產生負面衝擊。

這種自動化管理、混合式快閃存取系統，其好處可說是不勝枚舉。由於較易受到磨耗的 MLC 快閃存取裝置大部份只做為讀取用，而使得整體的快閃存取可靠度也隨之提升。此外，價格較昂貴的 SLC 儲存裝置的容量、也可控制在最低需求，只要足夠處理接收的寫入資料量即可。瑞士儲存相信，對大部份的使用者來說，初始組態中的六顆 SLC 硬碟就已足敷需求、永遠不必再做擴充；它也意味著在對這套全快閃陣列進行擴充時，就每 GB 的容量而言，其費用將會更在能力負擔範圍之內。

該系統的擴充，是藉由增加較多的 MLC 快閃存取容量、及必須的儲存裝置硬碟櫃來達成。同樣的，如果這些硬碟櫃已全數裝上 MLC 固態硬碟，則該系統的每 GB 之成本就會變得更具吸引力。它就有如該戴爾快閃陣列將會在整個過程中、透過其全容量之運作，持續提供每秒 I/O 次數達 30 萬至 40 萬次的效能。

全快閃陣列的吸引人之處，在於其效能的可預測性。使用者無需擔心因為某存取層或快取記憶體的錯誤，而造成硬碟內的資料遺失。瑞士儲存曾與無以數計試圖瞭解此類狀況將造成何種影響的資訊規劃人員討論過，但結果都是：要對這方面進行測試，其困難度相當高。全快閃陣列已將這個問題排除，但當然也得付出一些代價。

主張

戴爾全快閃陣列聲稱的最大優勢，即是「以磁碟價格，享有快閃存取效能」。這項主張基本上是保證與使用每分鐘轉速為 1 萬 5 千轉之傳統硬碟驅動機的企業磁碟系統相較下，該企業快閃存取系統在每 GB 的費用上、可提供「物超所值」的效益。能做到這點，是因為該系統提供的 MLC 裝置容量，遠大於其他企業儲存供應商在目前已提供的容量。我們發現有其他少數的全快閃供應商，已開始聲稱其全快閃陣列也只需要與傳統硬碟驅動機一般的價格。若拿快閃存取對每分鐘 1 萬 5 千轉的傳統硬碟驅動機來說，雖然這種比較或許屬實，但我們發現若把這些主張的附加說明或其它狀況列入評估，這些主張通常就會有些言過其實了。

這些主張中最常見的，即是在實施某種程度的重覆資料刪除後、其價格仍相差無幾。但問題在於將重覆資料刪除、尤其是在主要儲存裝置內的資料，通常都會產生無法預期的結果。在某些環境下、其效率評等可能為五倍，但其它環境或許只能達到兩倍、甚至更低。這些供應商會藉由把這項主張與某種特定的使用狀況做搭配、例如 VDI，來試圖強化他們在這方面的立場；但對於需要配置可支援混合式工作量 (workload) 之單一儲存系統的主流資料中心來說，這項主張就無法自圓其說了。這也表示：其重覆資料刪除率幾乎無法達到最佳效果。

此外，這些全快閃供應商在進行這類比較時，基本上都不會把以硬碟為基礎之系統所擅長的存取效率特色列入其中，例如：儲存資源隨需分配 (精簡配置)、以及可寫入的快照 (複製)。相對的，若把大部份的訴求都只放在重覆資料的刪除上，這也並非公平的作法。對於這類主張，唯一的公正作法則是：針對每 GB 之本體容量的價格做比較。

我們還發現到另一項並非公允的附加說明：這些全快閃陣列的供應商，當他們在與企業級的系統進行比較時，通常都不會提供完整的企業級特徵集。舉例來說，許多供應商甚至都未提到高可用性 (HA) 的組態、或是在最近才將其加入；此外，這些供應商也沒有前文所述的各種特性，例如快照、儲存資源隨需分配、或複製。由於這套系統是由在此領域極具經驗的 Compellent 所開發、而非從零開始，戴爾全快閃陣列因而具備 Compellent Storage Center 之軟體的所有特性，包括儲存資源隨需分配、快照、以及複製。至於 Data Progression 技術，戴爾這套可提供資料智能性放置與移動的自動化分層軟體，則已獲得許多客戶的認可。

戴爾在這項能完全與配置傳統硬碟驅動器之其它企業等級陣列相符合的解決方案中，其聲稱的每 GB 容量之價格為 5 至 10 元美金，我們判定此項主張亦確實可信。更重要的是，這項數據是以其本體容量為依據，而不是例如重覆資料刪除效率之類的理論統計值。最後，因為戴爾 Compellent 全快閃陣列亦提出相當完整、且經過充份測試的軟體特性集，而使得這項與企業級系統所做的比較也具有其公正性。

旋接性 (The Twist)

對許多試圖精簡費用的潛在客戶來說，戴爾全快閃陣列所具有的獨特旋接性 (Twist)，應該也備受青睞。這種「旋接性 (Twist)」，係來自該系統不僅可添增快閃裝置硬碟櫃、亦具有增加傳統硬碟儲存裝置硬碟櫃的能力。

這項能力可讓資訊規劃人員在開始使用全快閃系統後，取得以數月、甚至數年為依據的實際使用數據；然後再於必要時增添硬碟櫃，以達到進一步降低每 GB 容量之整體成本的效益。這項能力可讓資料被均衡地由裝置於該處的傳統硬碟櫃來做儲存；由於快照而產生的冗餘資料、與已有一段時間並未被存取的資料，即為此類例子。至於那些並無傳統硬碟存取層的全快閃陣列，由於它們已別無選擇，因此所有的快照與複製、以及老舊資料就必須被儲存在快閃存取層內；以致其儲存容量就會被浪費在那些可能已不會再被擷取的資料上。

可靠性因素

全快閃陣列雖然在可適用的案例中已有所進展，但其面臨的最大挑戰，則是讓各主流資料中心相信：開始運用這項技術的時機已經到來。價格當然是一個重要議題，但其可靠度與特徵集亦備受關切。事實上，根據瑞士儲存進行的眾多重覆調查顯示，以快閃存取為基礎的這些系統，除了價格之外、快閃存取的安全性則是最受關注的第二項議題。在我們的實驗室分析中，已確認戴爾就如其它的供應商一般、已通過可靠度測試。

首先，SLC 存取層在設計上、原本就是專門為了處理傾向於密集式寫入的工作量 (workload)，因為所有的寫入資料都會被先送至此處，其重要性當然不言而喻。其次，這個 SLC 存取層係與 RAID 10 相互搭配、以達到資料保護的效果；並在提供最高程度之冗餘性的同時，也提供令人滿意的寫入效能特性。不過，因為該存取層僅用來處理寫入、並會定期將資料轉移至 MLC 存取層內，因而在與 MLC 存取層相較下、它所需要的容量就會大幅減少。換言之，戴爾執行這項過程所用的方式，可讓使用者事實上享有該 SLC 存取層已達到 RAID 10 的層次。

此外，該 MLC 存取層亦藉由運用 RAID 5 來做保護，使其免於設施故障造成的風險。由於讀取層需要更大的容量、並更有效率的運用該容量，而使得 RAID 5 成為其適當的選擇。此外，相較於寫入的存取，它也更適合使用在讀取的存取。

這些硬碟櫃，係透過冗餘的 Compellent 控制器來提供完整保護，可將許多全快閃陣列深感困擾的單點故障問題完全排除。在每個存取層中、使用正確類型的快閃裝置，並在所有的存取層中、提供適切程度的保護，再將其與一組冗餘儲存控制器做結合，使得這套陣列已成為市場上具備最高安全性的產品之一。更重要的是：除了明確的最佳化快閃存取，其效能係來自推出已超過十年以上的同樣編碼基底。對其他大部份的供應商來說，他們都必須從零開始、經歷不斷重覆的修正，才能排除那些仍未明確的缺陷。

執行建議

SLC 與 MLC 存取裝置的組合、再加上未來可能會添增的傳統硬碟，使得人們對於建議的組態充滿高度興趣。假設使用者在未來容量上的需求會高於初始組態，我們認為對大部份的環境來說，在剩餘的第一個快閃硬碟櫃添增 MLC 驅動裝置，應該就足敷所需；它可以提供足夠的存取容量及所需要的效能。我們不認為在大部份的環境中，其寫入資料的密集度需求，會超過初始組態所配置的六顆 SLC 驅動裝置。若實際需要的初始容量需求已高於第一個快閃硬碟櫃，我們建議在大部份的環境中，應該擴充全都使用 MLC 裝置的額外快閃硬碟櫃，但前提必須是該系統仍具有充份的彈性；對於極度強調效能的解決方案而言，亦可利用擴充其 SLC 裝置，以達到此項要求。

雖然在 SLC 裝置的數量較少時，可能會使 Data Progression 的作業稍顯困難，但根據我們的測試結果，我們並不認為它會以任何明顯易見的方式、對儲存效能造成影響。這可以讓該系統仍屬於全快閃式 (在僅投入傳統硬碟驅動機的價格下)，因此，硬碟效能的無法預期將不會成為其問題點。

當初始容量的需求已被滿足後，針對未來的擴充，我們建議應審慎考慮是否使用配備 4TB 之高容量的硬碟櫃。根據我們的測試，它應該只被使用於本質上已不再重要的資料 (老舊的快照區塊)，或已太過老舊、以致硬碟驅動機對其進行存取之機會已極為有限的資料。此外，對大部份的使用者而言，既使是在效能要求相當高的環境中，因為偶爾進入傳統硬碟驅動機存取層而造成的影響、幾乎是無法察覺。

於實際使用時的影響

這種具備企業特性與可靠度的全快閃陣列，對於主流資料中心會產生何種影響？戴爾全快閃陣列並非一種針對特定群體的產品 (小眾產品)，其設計可明確適用於資料中心，並能處理在此類環境中將會面臨的各種工作量 (workload) 之混合狀態。藉由這套可持續、並穩定提供每秒 I/O 次數高於 30 萬次的系統，該主流資料中心即有能力創造出一種儲存基礎架構、並使其支援的工作量 (workload) 能獲致更高的投資報酬率。

這也意味著所有的資料庫、電子郵件伺服器、與 VDI，都將有能力去支援更多的交易量及使用者。這套虛擬化的伺服器環境，將有能力在每台主機內、去支援更密集的虛擬機器數量；這也表示每台主機伺服器的投資報酬率亦會隨之提高。並在數量更少、甚至可能只需要一套儲存系統的情況下，其提供的環境將有能力去支援上述各種類型的更多主機。

僅需裝設一套例如戴爾目前在市場上推出的全快閃陣列，使用者即可利用相同的硬體設施、且不必花費太多時間進行調整，即可取得更高的存取效能。其價格也在使用者能力範圍內，因為它的成本與企業級硬碟幾乎無異。