SDS vs RAID แบบฮาร์ดแวร์ vs RAID แบบซอฟต์แวร์ ในอนาคตจะเป็นแบบไหน

ในเอกสารทางเทคนิคชุดนี เราจะพิจารณาถึงขีดความสามารถของสื่อบันทึกข้อมูล NVMe ทีพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและการทำงานร่วมกันกับเทคโนโลยี SATA/SAS ทีเพิ่มโอกาสในการจัดสรรทรัพยากรระบบในระดับสูงได้เมือมีการใช้งานร่วมกัน

การพิจารณาลำดับการเปลี่ยนแปลง: ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับสื่อบันทึกข้อมูลในปัจจุบันและในอนาคต

คำว่า 'เชิงซอฟต์แวร์' เป็นคำที่ถูกใช้มากกว่าทศวรรษเพื่อกล่าวถึงบริการด้าน IT ผ่านระบบเสมือนจริงต่าง ๆ ที่แต่เดิมมีการจัดการในรูปแบบส่วนประกอบฮาร์ดแวร์ที่แยกจากกัน

เริ่มต้นจากระบบเครือข่ายเชิงซอฟต์แวร์ (SDN) ตามมาด้วยระบบประมวลผลเชิงซอฟต์แวร์ (SDC) ระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงซอฟต์แวร์ (SDS) และแม้แต่ศูนย์ข้อมูลเชิงซอฟต์แวร์ (SDDC) เองในที่สุดก็ถูกปรับให้เป็นระบบเสมือนจริงและทำหน้าที่ภายใต้โครงสร้างพื้นฐานแบบ Hyper-Converged (HCI)

ปัจจัยเอื้อสำหรับการเชื่อมต่อเหล่านี้คือ PCIe หรือ Peripheral Component Interconnect Express ซึ่งเป็นบัสความเร็วสูงที่มีการพัฒนามาจากการผสานการทำงานกับ CPU, GPU, สื่อบันทึกข้อมูลและระบบเครือข่ายเพื่อรองรับ I/O เสมือนจริง PCIe ยังทำหน้าที่เป็นโฮสต์ให้กับอินเทอร์เฟซ Non-Volatile Memory Express (NVMe) ที่ออกแบบมาเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับ SSD รุ่นใหม่ ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านฟอร์มแฟคเตอร์รูปแบบต่าง ๆ

เมื่อเปรียบเทียบกับ SAS และ SATA ตัว NVMe SSD ถือว่าเป็นการพัฒนาอย่างก้าวกระโดดในแง่ของแบนด์วิธ ค่าหน่วงเวลา และการใช้พลังงาน จากการกำหนดมาตรฐานในปี 2011 อินเทอร์เฟซสื่อบันทึกข้อมูล NVMe มีการพัฒนาเพื่อให้ก้าวทันค่า throughput ที่เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของ PCIe ยุคใหม่ ๆ จาก 5GT/s ของ PCIe 2.0 เป็น 16GT/s ของ PCIe 4.0 แม้จะมีการเปิดตัว PCIe 5.0 ที่มีความเร็วมากถึง 32GT/s แต่ก็ยังห่างไกลจากการเป็นระบบหลักที่ผู้คนนิยมใช้งาน

โร้ดแมพในปัจจุบันคือการพัฒนา PCIe 6.0 ที่เร็วถึง 64GT/s และ PCIe 7.0 ที่มีแผนจะเปิดตัวในปี 2025 ที่ความเร็วเป้าหมายที่ 128GT/s โดยยังคงรองรับการทำงานกับอุปกรณ์รุ่นก่อนหน้าด้วยเหตุนี้สื่อบันทึกข้อมูล NVMe จึงออกแบบให้มีคุณสมบัติต่าง ๆ เหล่านี้

การเชื่อมต่อ

ปัจจุบันฮาร์ดแวร์ที่รองรับ PCIe 3.0 และ PCIe 4.0 มีอยู่มากมาย และการเปลี่ยนมาใช้ NVMe SSD ก็เป็นเรื่องที่เข้าใจได้ไม่ยาก ยกตัวอย่างเช่น Add-in Card (AIC) ที่สามารถเสียบต่อเข้ากับสล็อต PCIe ได้โดยตรง ไดรฟ์ NVMe ที่มีอินเทอร์เฟซ U.3 'tri-connector' สามารถทำงานในอาร์เรย์เซิร์ฟเวอร์ร่วมกับสื่อบันทึกข้อมูล SATA และ SAS ช่องติดตั้งไดรฟ์ที่ด้านหน้าทำให้บำรุงรักษาได้ง่าย การใช้ U.2 จึงถือเป็นช่องทางที่สะดวกสำหรับศูนย์ข้อมูลจำนวนมากเมื่อเทียบกับ AIC ที่มีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงมากกว่า

นอกจากนี้อินเทอร์เฟซ M.2 ยังสามารถใช้เพื่อเชื่อมต่อกับไดรฟ์ NVMe โดยรองรับมาตรฐาน PCIe x4 เต็มรูปแบบหากมีคีย์เชื่อมต่อ M-type ที่ถูกต้องบนเมนบอร์ดหรือ AIC คีย์เชื่อมต่อ B-type รองรับเพียงความเร็วระดับ SATA 3 หรือ PCIe x2 เท่านั้น คุณอาจเคยเห็น SSD ที่เชื่อมต่อกับคีย์ B+M แต่จริง ๆ แล้วอุปกรณ์นั้นมีประสิทธิภาพที่แทบจะใกล้เคียงกับอุปกรณ์ SATA 3 ที่รองรับซ็อคเก็ตทั้งสองแบบ

แม้ว่าฟอร์มแฟคเตอร์ทางกายภาพเหล่านี้จะทำให้ติดตั้งสื่อบันทึกข้อมูล NVMe ในระบบได้ แต่สิ่งที่สำคัญอย่างแท้จริงที่มาพร้อมกับสื่อบันทึกข้อมูลคือแนวคิดในการจัดการสื่อบันทึกข้อมูลภายในโครงสร้างระบบ NVMe ในรูปแบบใหม่โดยสิ้นเชิง

เช่น การต่อ U.2 หรือ M.2 NVMe SSD จะให้ค่า Throughput ที่ดีโดยจะต้องอาศัยช่องสัญญาณ PCIe สี่ช่อง (PCIe x4) ต่ออุปกรณ์ แต่ปัญหาสำหรับระบบรุ่นเก่า ๆ คือ เมื่อติดตั้ง GPU ที่ใช้พื้นที่ PCIe มากถึง 16 ช่องสัญญาณ CPU ที่รองรับ PCIe 24 ช่องสัญญาณจะไม่เพียงพอต่อการใช้งาน สำหรับฮาร์ดแวร์รุ่นใหม่ ๆ แกนประมวลผลที่มากขึ้นทำให้อุปกรณ์รองรับช่องสัญญาณ PCIe ได้ถึง 128 ช่อง นอกจากนี้ยังมีระบบการสลับ PCIe ที่สามารถเพิ่มช่องสัญญาณได้ทำให้ปัญหานี้ลดลงไป อย่างไรก็ตามการจัดสรรช่องสัญญาณ PCIe จะต้องพิจารณาร่วมกับแผนการอัพเกรดโครงสร้างพื้นฐานเพื่อให้แน่ใจว่าการจัดสรรทรัพยากรระบบจะให้ผลที่น่าพึงพอใจ

สื่อบันทึกข้อมูล NVMe ต้องมีการกำหนดแนวทางการใช้งานต่าง ๆ กันไป แม้ว่าตัวเลือกที่หลายคนคุ้นเคยจะเป็นการการทำงานในรูปแบบของไดรฟ์ เช่น RAID เชิงซอฟต์แวร์ RAID เชิงฮาร์ดแวร์ แต่การใช้งานในปัจจุบันก็เริ่มเติบโตอย่างรวดเร็วด้วยประสิทธิภาพที่ได้จาก NVMe ที่มีมากกว่า SATA หรือ SAS SSD

RAID เชิงซอฟต์แวร์

ประโยชน์เบื้องต้นที่แท้จริงของสื่อบันทึกข้อมูล NVMe คือ ระบบปฏิบัติการรายใหญ่ ๆ ทุกรายมีไดรเวอร์ที่รองรับ NVMe คุณสามารถติดตั้ง NVMe SSD ไม่ว่าเครื่องโฮสต์จะเป็นระบบ Windows, Linux, macOS หรือ Solaris อุปกรณ์จะสามารถใช้งานได้ทันที ระบบเสมือนจริงของ VMware เองก็มีไดรเวอร์ NVMe ที่ทำให้มีตัวเลือกมากขึ้นที่เหมาะกับระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงซอฟต์แวร์

ความพร้อมของอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล NVMe นี้ช่วยเสริมการทำงานของ RAID เชิงซอฟต์แวร์ที่เป็นระบบมาตรฐานของระบบปฏิบัติการหลักที่นิยมใช้ทั้งหมด ฟังก์ชัน RAID เชิงซอฟต์แวร์ที่ไม่ซับซ้อนและใช้งานได้ฟรีจึงเหมาะสมกับการใช้งานทุกรูปแบบ ตั้งแต่ผู้ใช้ทั่วไป เกมเมอร์ หรือคอนเทนต์ครีเอเตอร์ ไปจนถึงการใช้งานเต็มรูปแบบในองค์กรขนาดใหญ่ ทำให้สิ่งนี้เป็นตัวเลือกที่สะดวกในการจัดการสื่อบันทึกข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ

RAID เชิงซอฟต์แวร์ระดับพื้นฐานอาจรองรับเฉพาะ RAID 0 (stripe) และ RAID I (mirror) โดยเน้นด้านประสิทธิภาพในการทำงานและความปลอดภัยของข้อมูลตามลำดับ **RAID เชิงฮาร์ดแวร์เองก็มีตัวเลือกที่มากกว่า RAID เชิงซอฟต์แวร์** แอพพลิเคชันอย่าง mdraid ซึ่งเป็น RAID เชิงซอฟต์แวร์เริ่มต้นใน Linux ยังรองรับ RAID 4, 5, 6 และ 10 ซึ่งให้ประสิทธิภาพในการทำงานและความปลอดภัยของข้อมูลที่มีความสมดุล

ในขณะที่ SSD ยังต้องพัฒนาต่อไปเพื่อให้ทัดเทียมกับความจุของฮาร์ดไดรฟ์ แต่ความต้องการในการจัดเก็บข้อมูลโดยรวมสำหรับจำนวนไดรฟ์ที่กำหนดก็เป็นอีกข้อพิจารณาที่สำคัญขณะกำหนดค่าอาร์เรย์ RAID นอกจากนี้การใช้ซอฟต์แวร์เพื่อจัดการการจัดสรรข้อมูลและฟังก์ชันการใช้บิตตรวจสอบในระบบจัดเก็บข้อมูล RAID มีผลต่อ CPU ของโฮสต์ที่ทำหน้าที่รองรับการทำงานเหล่านี้ การทำงานแบบอัลกอริทึมอาจมีความซับซ้อนแตกต่างกันไป เช่น การเขียนจะเน้นไปที่การประมวลผลมากกว่าการอ่าน และหากระดับ throughput ข้อมูลสูง ระดับความซ้ำซ้อนของข้อมูลในรูปแบบ RAID ก็จะสูง และอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานโดยรวม

และหากสิทธิ์ใช้งานซอฟต์แวร์มีการเรียกเก็บเงินตามจำนวนแกนประมวลผล การเพิ่มภาระในการจัดเก็บข้อมูลให้แก่ระบบนั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ ข้อโต้เถียงนี้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นมานานสำหรับ RAID เชิงฮาร์ดแวร์ แต่ไม่ใช่ปัญหาอีกต่อไปสำหรับระบบที่ใช้ SATA/SAS ข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพของ RAID เชิงซอฟต์แวร์ชดเชยด้วยจุดเด่นด้านค่าหน่วงเวลาและ throughput ที่ดีกว่าของ NVMe และความสามารถในการสื่อสารกับบัส PCIe ได้โดยตรง

การออกแบบที่เหนือกว่า

นอกจากนี้ อินเทอร์เฟซ SATA ยังออกแบบมาสำหรับฮาร์ดไดรฟ์จึงมักจะใช้งานร่วมกับ SSD ได้อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ ความเร็วที่เหนือกว่าของ SATA SSD เมื่อเทียบกับ HDD ถือว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง แต่ก็ยังถูกจำกัดอยู่มากเมื่อเทียบกับความสามารถที่แท้จริงของระบบจัดเก็บข้อมูลแบบแฟลช Advanced Host Controller Interface (AHCI) ที่ใช้กับ SATA มีรูปแบบการทำงานแบบเก่าที่ไม่เหมือนใคร ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนา 120 ชุดคำสั่งเพื่อแก้ไขข้อจำกัดของดิสก์จานหมุนทำให้สามารถอัพเกรดระบบให้ใช้งานร่วมกับแฟลชได้ แต่ท้ายที่สุดก็จะทำให้เกิดปัญหาคอขวด ในทางกลับกัน NVMe สามารถทำงานได้กับชุดคำสั่งอย่างน้อย 13 ชุด รองรับผู้ดูแลระบบ 10 ราย และการทำงานสามอย่างของ I/O ได้แก่ อ่าน เขียน และล้างข้อมูล

ในส่วนของคิวคำสั่ง เทคโนโลยี AHCI/SATA รองรับเพียงคิวเดียวที่สามารถส่งคำสั่งได้ 32 คำสั่งต่อคิว ในทางกลับกัน NVMe รองรับคิว I/O ถึง 64,000 คิว สูงสุด 64,000 คำสั่งต่อคิว ซึ่งช่วยลดรอบการทำงานของ CPU ลงได้อย่างมาก

เส้นทางสื่อสารข้อมูล PCIe ที่สอดประสานกันของสื่อบันทึกข้อมูล NVMe ร่วมกับค่า throughput ที่สูงและการใช้ไฟน้อย ทำให้ RAID เชิงซอฟต์แวร์ถูกนำไปใช้งานในลักษณะที่แตกต่างกัน แทนที่จะมองว่าเป็นข้อจำกัด RAID เชิงซอฟต์แวร์ถือว่าเป็นตัวเลือกที่ใช้พื้นที่น้อย สำหรับผู้ใช้หลาย ๆ คน ตัวเลือกนี้อาจเป็นเพียงตัวเลือกเดียวเท่านั้น เนื่องจากโดยปกติแล้ว RAID เชิงฮาร์ดแวร์จะใช้เพื่อต่อยอดในการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสื่อบันทึกข้อมูล NVMe

RAID เชิงฮาร์ดแวร์

การ์ด PCIe RAID เชิงฮาร์ดแวร์มีชิปควบคุมเฉพาะทีทำหน้าที ประมวลผลทีจำเป็นเพือสร้างและจัดการอาร์เรย์ RAID จาก ฮาร์ดแวร์จัดเก็บข้อมูลเป้าหมาย ภาระในการประมวลผลจะ เปลียนไปทีการ์ด RAID ทำให้ RAID เชิงฮาร์ดแวร์ให้การทำงาน RAID หลากหลายระดับตามความซับซ้อนได้โดยไม่ทำให้เกิด ภาระด้านการประมวลผลกับเครืองโฮสต์

ทรัพยากร CPU ของเครืองโฮสต์ทีมีต้นทุนสูงไม่มีส่วนในการประ มวลผลอัลกอริทึม ดังนัน RAID ความเร็วในการอ่านและเขียน ข้อมูลจึงมีประสิทธิภาพและสามารถสับเปลียนไดรฟ์ได้โดยไม่ ต้องปิดเครือง RAID เชิงซอฟต์แวร์ทีไม่มีส่วนการประมวลผล แยกเฉพาะทำให้ค่าหน่วงเวลาและค่า throughput สำหรับระบบ SAS/SATA ทีมีความจุสูงเพิมขึน ข้อแตกต่างจาก RAID เชิง ฮาร์ดแวร์คือในการเปลียนไดร์ฟจะมีกระบวนการจัดการ RAID เฉพาะทีต้องดำเนินการก่อนถอดอุปกรณ์และมักจะต้องรีบู๊ต ระบบ

แม้จะมีข้อจำกัดในตัว แต่ค่าหน่วงเวลาทีต่ำ ความสามารถใน การปกป้องข้อมูล และคุณสมบัติในการแคชข้อมูลจาก RAID เชิงฮาร์ดแวร์ PCIe รวมถึงความสามารถในการเพิมอาร์เรย์ไดรฟ์ ทำให้ตัวเลือกนีเป็นทีต้องการในการจัดการระบบจัดเก็บข้อมูล ภายในองค์กรขนาดใหญ่ และการพัฒนายังไม่ได้หยุดอยู่เพียง เท่านี ในขณะทีการ์ด RAID แบบ NVMe อย่างเดียวยังใหม่มาก ในตลาด คุณยังมีการ์ด tri-mode PCIe Gen 4 RAID-on-chip (ROC) ทีรองรับทัง SATA, SAS และ NVMe จากผู้ผลิตหลายราย เช่น Broadcom, Marvell และ Microchip ให้เลือกใช้

การ์ด RAID เชิงฮาร์ดแวร์เหล่านีลดความยุ่งยากในการ เลือกใช้ NVMe SSD ร่วมกับระบบจัดเก็บข้อมูลแบบอืน ๆ เพียงแค่ทำตามคำแนะนำในการต่อสายง่าย ๆ ต่อไปนี คุณ ก็สามารถกำหนดค่าของวงจร U.2 เพือใช้ฟอร์มแฟคเตอร์ U.2 กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ทัง SATA/SAS และ NVMe SSD

การถือกำเนิดของมาตรฐาน U.3 ทำให้ฟอร์มแฟคเตอร์พัฒนา ไปอีกขันโดยช่วยลดความซับซ้อนไปพร้อม ๆ กับการผนวกการ เชือมต่อต่าง ๆ ให้รองรับวงจร tri-mode ได้อย่างสมบูรณ์มาก ยิงขึน แต่ก็มีรายละเอียดทีไม่ควรมองข้าม กล่าวคือแม้ว่าอินเท อร์เฟซไดรฟ์ทางกายภาพ U.3 จะเหมือนเดิมแต่ขาต่อจะแตก ต่างออกไป ดังนันจึงสามารถใช้ไดรฟ์ U.3 กับวงจร U.2 ได้ แต่ ไดรฟ์ U.2 จะไม่สามารถใช้กับวงจร U.3 ได้

แม้การผสมผสานขีดความสามารถของ U.3 อาจเป็นเป้าหมาย ทีน่าสนใจ แต่รูปแบบการทำงานใหม่นีจะใช้งานแพร่หลายมาก เพียงใดก็ยังเป็นอีกคำถามทีต้องรอคำตอบ

Bay watch

แน่นอนว่าการถือกำเนิดของมาตรฐาน Universal Backplane Management (UBM) ทำให้สามารถผสมผสานการใช้งานของ อุปกรณ์ได้และยังรองรับทัง U.2 และ U.3 ภายใต้การบุกเบิกโดย ผู้พัฒนาฮาร์ดแวร์จัดเก็บข้อมูลชันนำกว่า 20 ราย UBM ช่วย ให้โฮสต์และอุปกรณ์ควบคุมสามารถพัฒนาขีดความสามารถ การทำงานทีสำคัญและรองรับการตรวจหาและตรวจสอบไดรฟ์ ประเภทต่าง ๆ (SATA, SAS และ NVMe) แม้ในช่องติดตังไดรฟ์ เดียวกัน UBM ยังทำงานกับระบบต่อขยายของ SATA/SAS และ สวิตช์ควบคุม PCIe เพือมอบฟังก์ชันการจัดการวงจรทีสำคัญต่าง ๆ ทีจะช่วยเพิมประสิทธิภาพสถาปัตยกรรมระบบของ U.2 และ U.3 ยิงขึนไปอีก

การ์ด tri-mode RAID หรือ HBA (hardware bus adaptor) ใช้ ช่องสัญญาณโฮสต์ PCIe x8 หรือ x16 พร้อมการสลับ PCIe ทีสามารถเพิมจำนวนช่องสัญญาณและแบนด์วิธได้อย่างมี ประสิทธิภาพ ข้อมูลจำเพาะของตัวการ์ดเองยังอาจระบุว่ารองรับ อุปกรณ์ NVMe ได้สูงสุดถึง 32 ตัวซึงจะแตกต่างจากการรองรับ NVMe SSD แปดตัวทีความเร็ว x4 ทีต้องใช้ช่องสัญญาณสือสาร PCIe 32 ช่อง ในทางทฤษฎีไดรฟ์ NVMe ทางกายภาพ 32 ตัวที ความเร็ว x1 รองรับการใช้งานได้แม้กับระบบ PCIe 3.0 โดยแต่ละ ส่วนจะทำงานทีความเร็ว 1000MB/s ซึงเร็วกว่า SATA ทีมีค่า throughput ที 600MB/s สองในสามเท่า อย่างไรก็ตามรูปแบบ ดังกล่าวไม่ได้เป็นการใช้ NVMe SSD อย่างเต็มประสิทธิภาพเมือ เทียบกับการทำงานผ่าน PCIe แบบคู่ขนานทีให้สมรรถนะการ ทำงานทีเหนือกว่าเดิมอย่างมาก ในการใช้งานแบบผสมผสาน ชุดควบคุม tri-mode อาจรองรับช่องสัญญาณเพียง 8 หรือ 16 ช่องทีจัดสรรให้แก่สือบันทึกข้อมูล NVMe ซึงมีตัวเลือกน้อยกว่า และมีค่า throughput ทีต่ำกว่า

การ์ด tri-mode RAID หรือ HBA (hardware bus adaptor) ใช้ ช่องสัญญาณโฮสต์ PCIe x8 หรือ x16 พร้อมการสลับ PCIe ทีสามารถเพิมจำนวนช่องสัญญาณและแบนด์วิธได้อย่างมี ประสิทธิภาพ ข้อมูลจำเพาะของตัวการ์ดเองยังอาจระบุว่ารองรับ อุปกรณ์ NVMe ได้สูงสุดถึง 32 ตัวซึงจะแตกต่างจากการรองรับ NVMe SSD แปดตัวทีความเร็ว x4 ทีต้องใช้ช่องสัญญาณสือสาร PCIe 32 ช่อง ในทางทฤษฎีไดรฟ์ NVMe ทางกายภาพ 32 ตัวที ความเร็ว x1 รองรับการใช้งานได้แม้กับระบบ PCIe 3.0 โดยแต่ละ ส่วนจะทำงานทีความเร็ว 1000MB/s ซึงเร็วกว่า SATA ทีมีค่า throughput ที 600MB/s สองในสามเท่า อย่างไรก็ตามรูปแบบ ดังกล่าวไม่ได้เป็นการใช้ NVMe SSD อย่างเต็มประสิทธิภาพเมือ

เทียบกับการทำงานผ่าน PCIe แบบคู่ขนานที่ให้สมรรถนะการทำงานที่เหนือกว่าเดิมอย่างมาก ในการใช้งานแบบผสมผสาน ชุดควบคุม tri-mode อาจรองรับช่องสัญญาณเพียง 8 หรือ 16 ช่องที่จัดสรรให้แก่สื่อบันทึกข้อมูล NVMe ซึ่งมีตัวเลือกน้อยกว่าและมีค่า throughput ที่ต่ำกว่า

ไม่ว่าในหนึ่งวงจรนั้นจะมีไดรฟ์กี่ชนิดที่ทำงานร่วมกันได้อย่างราบรื่นก็ตาม แต่ผู้คนก็ยังคาดหวังระบบที่สามารถจัดการทั้งไดรฟ์ที่มีการสืบค้นข้อมูลบ่อย (NVMe) ปานกลาง (SAS/SATA) และน้อย (SATA/HDD) ได้ในเครื่องเดียว

การจัดสรรช่องสัญญาณการสื่อสารของ PCIe เพื่อให้รองรับอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลรุ่นเก่าพร้อม ๆ กับการทำงานร่วมกับ NVMe ทำให้เกิดข้อจำกัดและค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น ส่วนการทำงานหลาย ๆ อย่างในปัจจุบันที่ใช้สื่อบันทึกข้อมูล SAS/SATA แบบเดิมก็เพียงพอแล้ว อาจคำนึงถึงเฉพาะการเปลี่ยนไดรฟ์เพื่อให้ทำงานมีเสถียรภาพและมีความจุมากพอกับความต้องการ แม้จะมีแนวโน้มที่ผู้คนจะยังคงใช้งานสื่อบันทึกข้อมูล U.2 ต่อไปอีกระยะหนึ่ง แต่รูปแบบการทำงานที่ใช้ช่องสัญญาณสื่อสารของอุปกรณ์แบบเดียวกันจะเริ่มกลายเป็นมาตรฐานสากลสำหรับใช้งานร่วมกับสื่อบันทึกข้อมูล SAS/SATA ในปัจจุบัน และเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งชุดควบคุมและอุปกรณ์ต่อพ่วงที่ยุ่งยาก และในทำนองเดียวกัน NVMe SSD ก็จะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ในการใช้งานที่ชัดเจนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความจุให้ได้มากที่สุด

ความแพร่หลายในการใช้สื่อบันทึกข้อมูล NVMe ขึ้นอยู่กับความหนักหน่วงของการใช้งานและการเสริมประสิทธิภาพการทำงานของระบบเดิมที่ใช้งานอยู่เป็นหลัก ผู้ให้บริการระบบคลาวด์ที่ลงทุนในระบบที่ติดตั้งเฉพาะสื่อบันทึกข้อมูล NVMe อย่างเดียวตระหนักถึงข้อดีของไดรฟ์นี้ เนื่องจากแบนด์วิธที่เพิ่มขึ้นทำให้สามารถมอบบริการใหม่ ๆ ที่ตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของลูกค้าได้

ความคาดหวังที่เปลี่ยนแปลงไป

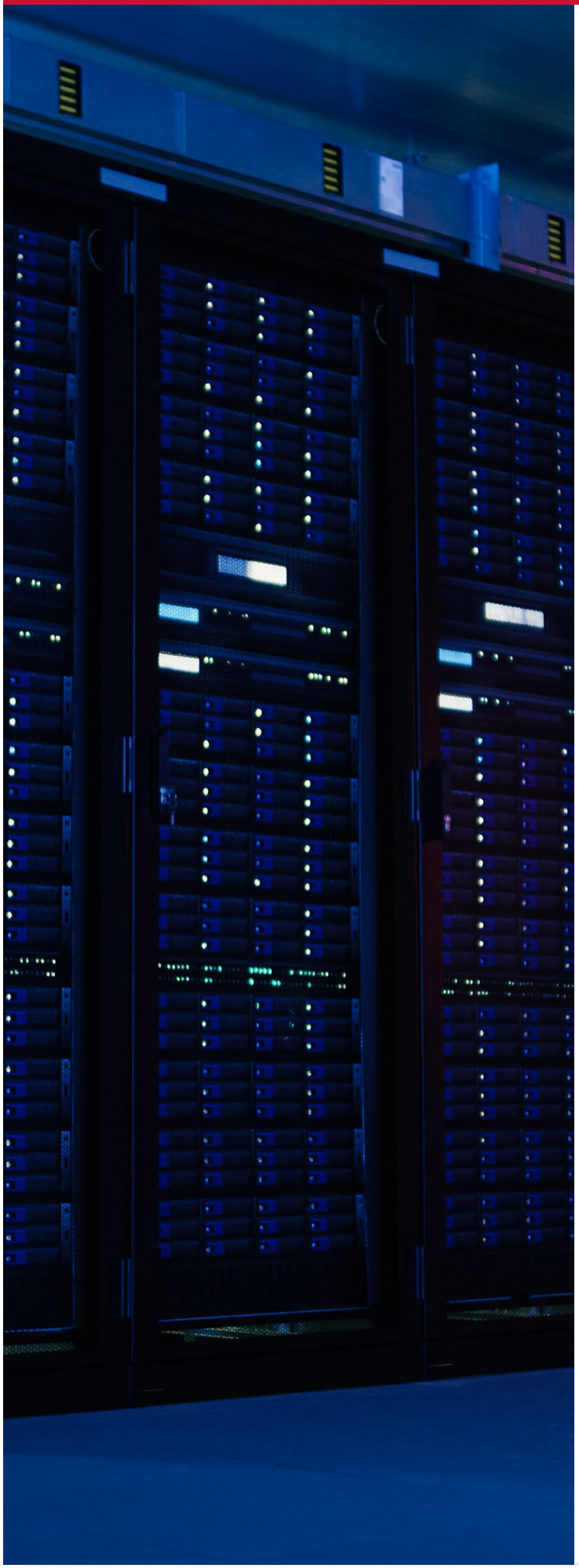
ที่จุดกึ่งกลางระหว่างผู้ให้บริการคลาวด์ประเภท NVMe ที่เน้นความฉับไวกับศูนย์ข้อมูลแบบดั้งเดิมคือองค์กรขนาดใหญ่ที่ต้องการฟีเจอร์ ประสิทธิภาพการทำงาน และความยืดหยุ่นในการปรับขนาดโครงสร้างการทำงานที่เหนือกว่า

องค์กรขนาดใหญ่ใช้ NVMe ในรูปแบบที่รองรับเป้าหมายเฉพาะด้านมากขึ้น โดยมีการปรับใช้แยกเป็นส่วน ๆ ตามเงื่อนไขที่มีการศึกษาไว้ทั้งในด้านค่าใช้จ่าย การผสานการทำงาน และการปรับปรุงประสิทธิภาพ

ข้อจำกัดต่าง ๆ ในระบบ เช่น ปัญหาคอขวดของแอพพลิเคชันที่มีการเขียนรหัสไม่ดีพอทำให้เกิดค่าหน่วงเวลาและ throughput ที่ไม่ดีพอสามารถแก้ไขได้ง่าย ๆ เมื่อนำสื่อบันทึกข้อมูล NVMe มาใช้ในการแคช ปัญหาคอขวดอื่น ๆ อาจต้องพิจารณาไปตามการใช้งานจริงและจะต้องมีการจัดการเพื่อให้ระบบ PCIe/NVMe สามารถใช้งานได้อย่างคุ้มค่าสูงสุด

การปรับเปลี่ยนดังกล่าวไม่ได้เป็นเหมือนการเปลี่ยนชิ้นส่วน แต่เปรียบได้กับนำรถไฟหัวกระสุนมาใช้แทนจักรยาน ด้วยเหตุนี้จึงอาจต้องมีการประเมินคุณสมบัติของ SSD ใหม่ เนื่องจากข้อตกลงระดับการให้บริการอาจกำหนดเงื่อนไขการทำงานที่มองข้ามความสามารถอื่นๆ ที่ได้จากสื่อบันทึกข้อมูล NVMe

ตัวอย่างข้อหนึ่งคือตัวเลข Drive Write Per Day (DWPD) ที่ใช้เพื่อประเมินความทนทานของสื่อบันทึกข้อมูลแฟลชตลอดระยะเวลารับประกัน แฟลชไดรฟ์มักเกิดปัญหาที่เรียกว่าการเขียนข้อมูลแบบทวีคูณที่ทำให้ SSD เกิดการสึกหรอมากขึ้นเนื่องจากวิธีการที่ใช้เพื่อการจัดเก็บข้อมูลในเซลล์หน่วยความจำ กล่าวคือเซลล์หน่วยความจำไม่ได้จัดเก็บข้อมูลโดยตรง แต่จะต้องลบข้อมูลก่อนจึงจะสามารถเขียนทับได้ และเมื่อเวลาผ่านไป กระบวนการนี้จะทำให้สื่อบันทึกข้อมูลเกิดการเสื่อมสภาพ พื้นที่ส่วนเกินที่ใช้เป็นความจุสำรองของ SSD จะนำไปใช้เพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้และทำหน้าที่จัดระเบียบข้อมูลต่าง ๆ เช่น การรวบรวมข้อมูลขยะ กระบวนการนี้เป็นการจัดสรรข้อมูลใหม่เพื่อเพิ่มพื้นที่ให้กับบล็อคจัดเก็บข้อมูล (ซึ่งจะถูกลบเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเขียนข้อมูล) และเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาการเขียนข้อมูลแบบทวีคูณ (write amplification)



การจัดแบ่งพื้นที่

มาตรฐาน NVMe 2.0 ใหม่ล่าสุดนีมาพร้อมกับ Zoned Namespaces (ZNS) ทีเป็นวิธีใหม่ในการอ่าน/เขียนข้อมูลสำหรับ NVMe SSD อินเทอร์เฟซจัดการบล็อคข้อมูลแบบแบ่งโซนจะติดตั้งอยู่ระหว่างโฮสต์และตัว NVMe SSD การกำหนดโซนนีจะคล้าย ๆ กับการแบ่งพาร์ติชันดิสก์แต่เป็นการแบ่งพืนทีในระดับแอพพลิเคชันของโฮสต์ ZNS ช่วยให้ SSD สามารถสือสารกับโฮสต์ แจ้งข้อมูลหรือ 'ให้คำแนะนำ' เพือให้การทำงานมีประสิทธิภาพ เช่น การแจ้งรายละเอียดรูปแบบและเค้าโครงในการจัดตำแหน่งข้อมูลทีดีทีสุดขณะที ZNS เขียนและลบข้อมูลตามลำดับ

การทำงานร่วมกันดังกล่าวจะช่วยลดภาระด้านการจัดการสือบันทึกข้อมูลให้กับแอพพลิเคชันโฮสต์ และลดความจำเป็นในการจัดสรรพืนทีส่วนเกินทีอาจต้องใช้พืนทีของสือบันทึกข้อมูลเพิมมากขึนถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ZNS ทำให้ค่าหน่วงเวลา I/O น้อยลงและลดปัญหาการเขียนข้อมูลแบบทวีคูณ (drive amplification) ทีมากกว่าทีจำเป็น 4 ถึง 5 เท่า นอกจากนีพืนทีต่าง ๆ ยังสามารถจัดสรรเพือวัตถุประสงค์และประเภทของข้อมูลทีต่างกันทำให้สามารถคาดการณ์รูปแบบการทำงานทีสม่ำเสมอได้มากกว่า

Zoned Namespaces ยังอยู่ในช่วงเริมต้น แต่ ZNS นันมีการใช้งานใน Linux kernel 5.9 อย่างเป็นทางการแล้ว นอกจากนี Microsoft, Alibaba และ NetApp ยังให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยเกียวกับ ZNS โดยมีเป้าหมายทีจะนำไปใช้ในวงกว้าง ซึงแสดงให้เห็นว่าการใช้งาน ZNS ในระดับอุตสาหกรรมจะเกิดขึนในอนาคตอย่างแน่นอน

แอพพลิเคชันต่าง ๆ ต้องมีการอัพเดตเพือให้สามารถใช้งานฟีเจอร์นีได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเมือมีการพัฒนาใหม่ ๆ และในปัจจุบันก็มีไดรเวอร์ NVMe ใหม่ ๆ ทีรองรับ ZNS เพิมขึนเรือยๆ การใช้งานร่วมกับ NVMe SSD รุ่นเดิมจึงอาจทำได้โดยการอัพเดตเฟิร์มแวร์เพิมเติมในบางกรณีเท่านัน

สำหรับนักออกแบบระบบทีต้องกำหนดรายละเอียดทางเทคนิคทีชัดเจน อาจถึงเวลาทีคุณจะต้องกำหนดนิยามใหม่ให้กับ DWPD แล้ว ZNS สามารถช่วยลดปริมาณการเขียนข้อมูลแบบทวีคูณ (write amplification) ลงได้ซึงเป็นประโยชน์ต่อการยืดอายุการใช้งานของไดรฟ์อย่างมาก และมีผลต่อจำนวนไดรฟ์ทีคุณต้องใช้งานด้วยเช่นกัน การลดการจัดสรรพืนทีส่วนเกินลงทำให้ความจุของไดรฟ์เพิมขึนอย่างมาก เมือพิจารณาถึงอนาคตด้านการจัดการข้อมูลด้วยการใช้ NVMe SSD และการทำงานร่วมกับ ZNS จะทำให้คุณทำงานได้มากขึนโดยใช้ทรัพยากรน้อยลง

สื่อบันทึกข้อมูลเชิงซอฟต์แวร์

NVMe มอบทางเลือกในการใช้งานที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นไดรฟ์ M.2, การ์ดเสริม PCIe หรือสื่อบันทึกข้อมูลแบบ U.2 หรือ U.3 การถือกำเนิดของ Enterprise and Data Centre SSD Form Factor (EDSFF) เป็นอีกรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลอีกรูปแบบหนึ่งที่ออกแบบมาเพื่อระบบ NVMe โดยใช้ไดรฟ์ที่มีการกำหนดค่าสองขนาดความกว้าง (E.1 และ E.3) และแบบยาวกับสั้น (L และ S) ไดรฟ์ E.1L มีจุดเด่นด้านความหนาแน่นในการติดตั้งสื่อบันทึกข้อมูลที่ดีกว่าสำหรับเคส 1U ส่วน E.1S จะมีความยืดหยุ่นในด้านการระบายความร้อนที่เหมาะกับการปรับขนาดโครงสร้างมากกว่า ไดรฟ์ E.3 ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่จะเข้ามาแทนที่ U.2 SSD 2.5 นิ้ว จะสามารถใช้งานได้กับเซิร์ฟเวอร์ 2U แบบเก่าและเคสแบบไดร์ฟอาร์เรย์ และยังออกแบบมาเพื่อรองรับชิปหน่วยความจำแฟลชต่อไดรฟ์ที่มากกว่าเพื่อเพิ่มความหนาแน่นของสื่อบันทึกข้อมูลใช้งาน

แน่นอนว่า การใช้มาตรฐาน NVMe ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายร่วมกับไดรเวอร์ที่รองรับระบบปฏิบัติการหลักต่าง ๆ ทำให้ตัวเลือกดังกล่าวมีความสะดวกในการใช้งานมากกว่า ตัวเลือกจะขึ้นอยู่กับลักษณะของสื่อบันทึกข้อมูลและรูปแบบการทำงานที่เหมาะกับการใช้งานมากที่สุด รวมทั้งความต้องการเกี่ยวกับความซ้ำซ้อนของข้อมูล เช่น อาจมีการเลือกใช้ไดรฟ์ NVMe กับเซิร์ฟเวอร์ Edge และใช้ฮาร์ดแวร์ SAS/SATA ดูแลงานที่มีความละเอียดน้อยกว่า ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์หรือเทปสำรองข้อมูลสามารถนำมาใช้กับโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลนี้ได้เช่นกัน เนื่องจากไม่มีปัญหาการขาดแพลตฟอร์มด้านการจัดการระบบจัดเก็บข้อมูลระดับองค์กรที่เป็นกรรมสิทธิ์เฉพาะ การบูรณาการกับระบบจัดเก็บที่หลากหลายเหล่านี้จะทำให้เกิดความซับซ้อนในการใช้งานอย่างมาก ด้วยเหตุนี้ระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงซอฟต์แวร์ (SDS) จึงเข้ามามีบทบาทเพื่อให้เกิดการบูรณาการการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ กันอย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงซอฟต์แวร์จะแยกทรัพยากรการจัดเก็บข้อมูลสำหรับใช้งานไว้จากฮาร์ดแวร์จัดเก็บข้อมูลผ่านระบบเสมือนจริง การใช้โปรโตคอลมาตรฐานอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมทั้งฮาร์ดแวร์ที่เป็นกรรมสิทธิ์เฉพาะจะเข้าถึงได้ผ่านระบบเสมือนจริง SDS โดยที่อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ จะไม่ถูกผนวกเข้าด้วยกันเพื่อใช้เป็นทรัพยากรระบบในภาพรวมซึ่งอาจมาพร้อมกับฟังก์ชันจัดเก็บข้อมูลใหม่ ๆ ที่สามารถปรับขนาดโครงสร้างได้โดยมีต้นทุนต่ำและทำงานร่วมกับเซิร์ฟเวอร์ใช้งานทั่วไปได้ การบูรณาการการทำงานในลักษณะนี้ทำให้เกิดความต่อเนื่องแม้ว่าจะมีการเปลี่ยน อัพเกรด หรือติดตั้งฮาร์ดแวร์จัดเก็บข้อมูลเพิ่ม

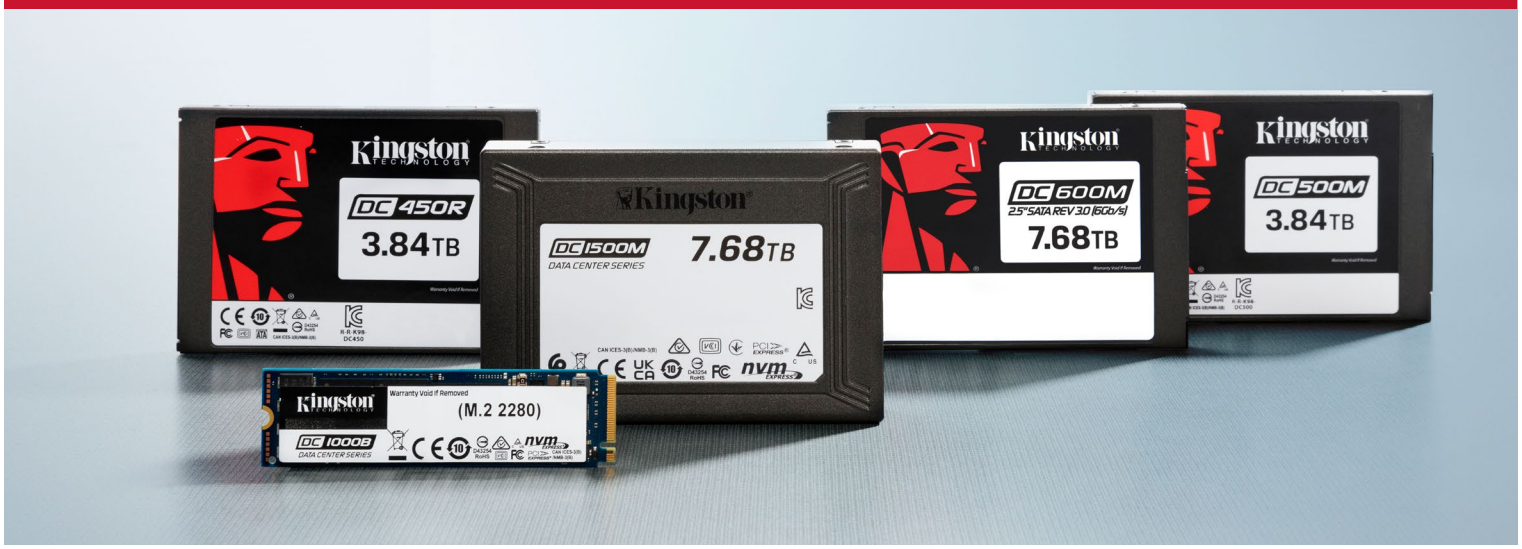
เมื่อรวมพื้นที่จัดเก็บข้อมูลที่พร้อมใช้งานทั้งหมดในเครือข่ายเสมือนจริงจะต้องมีการกำหนดและจัดสรรพื้นที่รวมถึงฟีเจอร์ที่มีรองรับอีกมากมายเพื่อช่วยในการจัดการงานเหล่านี้ เช่น ระบบการทำงานแบบอัตโนมัติ จากแดชบอร์ด SDS ระบบจะแยกประเภทสื่อบันทึกข้อมูลที่มีการเข้าถึงบ่อย ปานกลาง และต่ำตามโพรไฟล์ฮาร์ดแวร์ของระบบจัดเก็บข้อมูลในส่วนการทำงานที่กำหนด ระบบจะนำสคริปต์มาใช้เพื่อสั่งการจัดสรรและกระจายโหลดข้อมูลให้เหมาะสมกับคลังข้อมูลแต่ละส่วนเหล่านี้

เลเยอร์จัดเก็บข้อมูลเสมือนจริงทำให้ SDS มีทั้งความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับขนาดโครงสร้าง ทั้งในด้านการจัดการสร้างและใช้งานระบบจัดเก็บข้อมูลที่เหมาะกับความต้องการขององค์กรขนาดใหญ่และความต้องการของลูกค้าที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการแคชและจัดสรรพื้นที่สำหรับเครื่องเสมือนจริง (VM) เพื่อจำลองและทำซ้ำชุดข้อมูล

เมื่อกล่าวถึง NVMe SSD แพลตฟอร์ม SDS สามารถเข้าถึงสื่อบันทึกข้อมูลได้โดยตรงผ่านบัส PCIe โดยใช้คุณสมบัติที่เรียกว่า NVMe Passthrough เช่น VMware จะมีไดรเวอร์จัดเก็บข้อมูล NVMe ของแพลตฟอร์ม ESXi/vSAN เพื่อให้สามารถกำหนดสื่อบันทึกข้อมูล NVMe โดยตรงไปยังเครื่องเสมือนจริงผ่าน VMDirectPath I/O รองรับอุปกรณ์ passthrough สูงสุด 16 ตัวต่อ VM ขึ้นอยู่กับรูปแบบของ CPU โฮสต์

โดยรวมแล้วการใช้ NVMe Passthrough จะช่วยลดการแทรกแซงจากโฮสต์ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และลดความยุ่งยากในการกำหนดค่า NVMe SSD สำหรับส่วนทำรายการของ VM และส่วนบริการอื่น ๆ ในท้ายที่สุดไม่ว่าซอฟต์แวร์จากภายนอกหรือชุดควบคุม RAID เชิงฮาร์ดแวร์จะรองรับการทำงานของ NVMe RAID หรือไม่ก็จะไม่เป็นปัญหากับ SDS เนื่องจากสามารถกำหนดค่า RAID เชิงซอฟต์แวร์สำหรับ NVMe ได้โดยตรง

แม้ว่า SDS จะสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างด้านการจัดการข้อมูลรอบด้าน แต่ค่าใช้จ่ายและการกำหนดรูปแบบการทำงานในเบื้องต้นอาจมีความยุ่งยากและทำให้ธุรกิจหลายแห่งที่ไม่ได้มีความต้องการรูปแบบการใช้งานที่ซับซ้อนเกิดความลังเล แต่อย่างไรก็ตามต้นทุนเหล่านี้ก็สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามขนาดเช่นเดียวกับระบบจัดเก็บข้อมูลและมีตัวเลือกที่เหมาะกับการใช้งานฮาร์ดแวร์ในระดับย่อยหลากหลายรูปแบบ



การปรับเปลี่ยนแนวทาง

สื่อบันทึกข้อมูลมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องแต่เราไม่ค่อยได้เห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างเฉียบพลันใด ๆ เนื่องจากทรัพยากรระบบที่มีอยู่เดิมจะต้องสามารถค่อย ๆ ยกเลิกใช้งานได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป ดังนั้นการพัฒนาสื่อบันทึกข้อมูลจึงยังคงเน้นหนักที่ด้านเทคโนโลยี เช่น ฮาร์ดดิสก์หรือ SATA SSD มากกว่า ส่วนประกอบเหล่านี้ยังคงมีบทบาทในโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล เช่น Kingston SATA SSD DC600M ขนาด 2.5 นิ้วสำหรับการใช้งานแบบผสมผสานในองค์กรขนาดใหญ่ ที่มีความจุเพิ่มเป็นสองเท่าถึง 7.68TB

RAID เชิงฮาร์ดแวร์และบัสอะแดปเตอร์ของโฮสต์ยังคงเป็นส่วนประกอบสำคัญในศูนย์ข้อมูลทั่วโลก และผู้ให้บริการยังคงมีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรม IT ที่ขยายตัวอย่างต่อเนื่อง

ไดรฟ์ Kingston SSD ได้ผ่านการทดสอบที่เข้มงวดโดยความร่วมมือกับ Broadcom และ Microchip เพื่อให้แน่ใจว่าไดรฟ์จะตอบสนองต่อความต้องการของเทคโนโลยีในปัจจุบันที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลเป็นสำคัญ

อะแดปเตอร์สำหรับเชื่อมต่อสื่อบันทึกข้อมูลของผู้ให้บริการโปรแกรมการทดสอบการทำงานที่หนักหน่วงและโครงร่างติดตั้งในการทำงานที่ท้าทายทำให้มั่นใจได้ว่า SSD สำหรับองค์กรของ Kingston โดดเด่นทั้งในด้านประสิทธิภาพ ความทนทานและเสถียรภาพในการทำงาน พูดได้ว่า Kingston U.2 DC1500M PCIe NVMe Gen3x4 enterprise SSD พร้อมสำหรับทุกสถานการณ์อย่างแท้จริง ความจุที่มากถึง 7.68TB และค่าการทำงานที่ 1 DWPD ทำให้ไดร์ฟของเราพร้อมเต็มที่สำหรับเซิร์ฟเวอร์และอาร์เรย์จัดเก็บข้อมูลรุ่นใหม่ ๆ

แม้ว่าระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงฮาร์ดแวร์จะสามารถทำงานร่วมกับส่วนประกอบแบบใช้งานทั่วไป แต่การเลือก SSD ที่เหมาะสมก็ถือเป็นปัจจัยสำคัญหากต้องการปรับขนาดโครงสร้างการใช้งานในอนาคต SSD สำหรับใช้งานทั่วไปอาจดูน่าสนใจในแง่ของราคา แต่ถือเป็นการคำนวณที่ผิดพลาดเมื่อเทียบกับ SSD สำหรับองค์กรขนาดใหญ่ที่ออกแบบมาให้มีความทนทานและมีแบนด์วิธในการทำงานที่สูงและมีเสถียรภาพมากกว่า การให้บริการภายใต้โครงสร้างแบบไฮเปอร์คอนเวิร์จมีเงื่อนไขที่สำคัญคือประสิทธิภาพในการทำงานที่เชื่อถือได้ เพื่อจัดการการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นไปตามความคาดหวังของลูกค้า Kingston enterprise SSDs ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสำหรับระบบจัดเก็บข้อมูล VMWare ทำให้มั่นใจว่าจะสามารถบรรลุเป้าหมายการทำงานในความเป็นจริงได้แม้จะใช้ระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงซอฟต์แวร์ผ่านโลกเสมือนจริงก็ตาม

การจัดสรรพื้นที่ของสื่อบันทึกข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามรูปแบบของธุรกิจที่แตกต่างกัน โดยในทุกระดับนั้นมีการปรับปรุงอินเทอร์เฟซแบบเดิมหลายด้านเพื่อรองรับนวัตกรรม NVMe และหากการอัพเกรดเป็นเรื่องที่ทำให้คุณกังวลใจ บริการ Ask an Expert จาก Kingston พร้อมดูแลคุณ สามารถรับบริการฟรีเพื่อช่วยในการตัดสินใจสำคัญกับเกี่ยวกับธุรกิจของคุณตามงบประมาณที่มี ไม่ว่าคุณจะอยู่ในจุดไหน Kingston พร้อมก้าวไปกับคุณ

#KingstonIsWithYou

©2023 Kingston Technology Far East Corp. (Asia Headquarters), No. 1-5, Li-Hsin Rd. 1, Science Park, Hsin Chu, Taiwan
สงวนลิขสิทธิ์ เครื่องหมายการค้าและเครื่องหมายการค้าจดทะเบียนทั้งหมด ถือเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้เป็นเจ้าของ