



**에너지 효율적인 데이터 센터를
위한 솔루션: 수냉식 냉각
방식에서 공냉식 냉각 방식까지**

Mark T. Chapman
IBM Systems and Technology Group

핵심 개요

지난 몇 년간 IT 예산은 점차 증가하였으며, 당분간 이런 추세가 유지될 것으로 보입니다. 이는 바람직한 상황입니다. Uptime Institute의 2012 데이터 센터 조사에 의하면, 2011년도 데이터 센터의 예산이 2010년 대비 27% 증가했으며, 2012년에는 2011년 대비 10% 증가한 것으로 나타났습니다.¹ 하지만 IT 서비스의 수요가 끊임 없이 늘어나면서 이렇게 증가된 예산의 대부분을 소모하고 있어 문제가 되고 있습니다.

데이터 센터는 서버, 인프라, 스토리지, 냉각 설비가 추가되면서 그 규모가 확장되고 있습니다. 이에 따라 데이터 센터의 밀도가 높아지면서 에너지 소비도 증가하고 있습니다. 최근의 뉴욕타임즈 기사²에 따르면, 데이터 센터에 공급되는 전기의 90% 이상이 낭비되고 있다고 합니다. 이는 비효율적일 뿐만 아니라 수익성도 악화시키는 일입니다.

냉각은 가장 큰 문제가 되곤 합니다. IDC에 의하면, 냉각에 소요되는 에너지 비용이 2002-2007년 동안 2배로 증가하였습니다.³ 지금은 에너지 비용이 더 높으며, 이는 향후 더 증가할 것으로 보입니다. 오늘날, 더 적은 에너지를 소비하는 친환경적인 데이터 센터는 일반인들뿐만이 아니라 CFO 및 이해관계자들의 관심도 끌고 있습니다.

클라우드 컴퓨팅과 같이 내부 에너지 소비를 줄일 수 있는 다양한 솔루션이 있지만, 이러한 솔루션이 모든 상황에 적합한 것은 아닙니다. 기존 데이터 센터를 개선하거나 신규 데이터 센터를 구축하는 것이 유일한 방편인 경우도 있으며, 다행히 이러한 상황에도 적용할 수 있는 에너지 효율적인 솔루션이 있습니다.

한 가지 간단한 방법은 고효율 설비에 대한 ENERGY STAR 및 80 PLUS 인증 요구사항을 충족하는 새로운 장비로 기존 기술을 업그레이드하는 방법입니다. 그 외 다른 솔루션은 다음과 같습니다.

- 에너지 효율성이 더 높은 새로운 서버 및 옵션으로 업그레이드
- 랙 서버를 공유 컴포넌트 서버로 교체
- HDD를 SSD로 교체
- 연산 능력, 스토리지, 네트워크 스위치를 가상화
- 열이 랙에서 방출되기 전에 100% 제거할 수 있는 수냉 설비를 이용

또 다른 옵션은 CRAC(Computer Room Air Conditioner) 대신에 신선한 외기를 이용하여 데이터 센터를 냉각시키는 방식입니다. 이 새로운 기술을 이용하면 에너지 소비와 냉각 설비 비용을 상당히 줄일 수 있습니다.

본 서에서는 고온에서 데이터 센터의 운영을 비롯한 다양한 에너지 절약 옵션을 살펴봅니다.

에너지 효율 개선

데이터 센터의 에너지 효율을 개선하는 간단한 방법들이 있습니다.

- **효율이 낮은 프로세서, 메모리, 전원공급장치가 탑재된 기존 서버의 업그레이드:**
 - **프로세서.** Intel Xeon E5-2400 및 E5-2600 시리즈 프로세서를 사용하는 IBM System x M4 랙 서버 및 타워 서버, IBM BladeCenter HS23 및 HS23E 블레이드 서버, iDataPlex dx360 M4와 IBM Flex System 노드는 Xeon 5500 및 5600 시리즈 프로세서를 사용하는

¹ uptimeinstitute.com/2012-survey-results.

² www.nytimes.com/2012/09/23/technology/data-centers-waste-vast-amounts-of-energy-belying-industry-image.html?pagewanted=all&_r=0, 2012년 9월 22일.

³ "데이터 센터의 발열 문제에 대한 솔루션." IDC 백서. Document #205113, 2007년 1월.

⁴ 출처: SPEC_{int}rate_base2006 벤치마크를 이용한 성능 비교. 이전 세대 IBM System x3650 M3 시스템(Intel Xeon 프로세서 X5690 (3.46GHz, 6 코어, 12MB L3, 6.4 GT/s, 130W)) 상의 기준 점수 266은 2011년 9월 6일 기준으로 www.spec.org/cpu2006/results/res2011q1/cpu2006-20110314-14858.html에 공표되어 있음. IBM System x3650 M4 시스템(Intel Xeon 프로세서 E5-2690 (2.90GHz, 8 코어, 20MB L3, 8.0 GT/s, 135W)) 상의 새로운 점수 492는 2012년 3월 기준으로 www.spec.org/cpu2006/results/res2012q1/cpu2006-20120305-19596.html에 공표되어 있음.

이전 세대의 서버에 비해 최대 **85%**⁴ 더 빠른 성능을 제공하면서 더 적은 에너지를 소비합니다. Intel에 의하면, Xeon E5 계열의 프로세서는 이전 세대에 비해 단위 전력당 최대 **70%** 더 우수한 성능을 제공합니다. 하지만 이 정도의 효율성으로는 부족할 경우, 표준 80-135W가 아닌 **20-70W**의 낮은 전력을 소비하는 LV(저전압) Xeon 프로세서를 IBM Flex System, System x, BladeCenter 서버에 탑재할 수 있습니다.

- **메모리.** 신형 서버는 이전 세대 서버에 쓰인 DDR2 메모리에 비해 에너지 효율이 최대 **15%** 더 우수한 1.5V DDR3 메모리를 사용합니다. 또한, 일부 신형 서버는 1.5V DDR3 메모리에 비해 에너지 효율이 **19%** 더 우수한 저전압 **1.35V** DDR3 DIMM도 지원합니다.
- **전원공급장치.** 다수의 구형 전원공급장치는 25%에 달하는 투입 에너지를 열로 낭비하는데, 이는 매우 비효율적입니다. 현재 IBM 시스템에 쓰이는 PSU는 대다수가 **80 PLUS Platinum**⁵ 등급으로서, 효율이 **94%**에 달할 정도로 매우 높습니다⁶. 따라서 냉각에 훨씬 더 많은 비용이 소요되는 열로 방출되는 에너지 낭비를 한층 줄일 수 있습니다.
- **랙 서버 및 타워 서버를 IBM® Flex System™, IBM BladeCenter® 또는 IBM System x® iDataPlex® 솔루션과 같은 공유 컴포넌트 서버로 업그레이드.** 에너지 효율적인 공유 전원공급장치 및 여타 컴포넌트가 탑재된 서버를 이용하면 에너지 사용을 현저하게 줄일 수 있습니다. 예를 들면:
 - **iDataPlex dx360 M4**는 한정된 공간, 전력, 냉각 문제를 해결하는 최대 효율에 필요한 확장된 유연성을 제공합니다. 어느 분석가에 의하면, **저페타플롭(low-petaFLOP) 클러스터**의 경우 dx360 M4는 여타 x86 아키텍처에 비해 **57%** 이상에 달하는 에너지 이점과 더불어 엑사플롭(exaFLOP) 범위로 클러스터 크기가 증가하는 더 큰 이점을 제공합니다.⁷
 - **IBM Flex System**은 혁신적인 에너지 관리 기능인 IBM AEM(Active Energy Manager)이 IBM Flex System Manager™에 통합되어 있습니다. IT 관리 팀은 AEM을 이용하여 규정된 정책 및 시스템 워크로드에 따라 에너지 소비를 관리할 수 있습니다. AEM은 에너지 및 열 성분을 측정, 모니터링하고 관리하며 전력 상한설정, 전력 절감, 열 추이분석, 그룹 상한설정 기능을 제공하는 톨로 전력 소비를 제한하고 전력을 제어합니다. 또한 AEM은 에너지 사용량에 관한 실시간 정보를 제공함으로써 전력 소비 절감에 필요한 통찰력을 관리자에게 제공합니다. AEM은 IBM PureFlex System Manager 및 IBM Systems Director 관리 플랫폼과 Tivoli® 및 OEM의 상위 레벨 관리 플랫폼과 완벽하게 통합되어 집중식 통합 관리 기능을 제공합니다.
- **플래시 스토리지로 교체.** 엔터프라이즈 SSD(Solid-State Drive)는 엔터프라이즈 15K SAS HDD에 비해 **50-80% 더 적은 에너지를** 소비하고 고가용성⁸을 제공하며 훨씬 더 높은 IOPS(I/O Operations Per Second) 속도를 달성하므로, 비용을 절감하면서 더 우수한 성능을 제공할 수 있습니다.
 - System x3650 M4, x3690 X5, x3850 X5, x3950 X5 서버에 제공되는 **IBM eXFlash SSD 스토리지**는 끊임없이 증가하는 I/O 수요에 부응할 수 있습니다. SSD 기술과 SSD에 최적화된 컨트롤러가 모듈형 내장 패키지로 결합되어 있는 eXFlash는 데이터베이스 및 비즈니스 분석과 같이 I/O 집약적인 애플리케이션에 대하여 엔터프라이즈 HDD에 비해 훨씬 더 우수한, eXFlash 팩당 최대 **240K** IOPS에 달하는 IOPS 성능을 제공합니다. 각각 8개의 1.8" SSD로 구성된 4개의 eXFlash 팩이 탑재된 1 대의 x3650 M4는 **3,200**개의 HDD를 대체하여 동등한 IOPS 성능을 제공할 수 있습니다⁹. 따라서, eXFlash 기술을 탑재한 x3650 M4는 스토리지 에너지 비용을

⁵ IBM BladeCenter H 샤페, iDataPlex 2U 샤페, IBM Flex System Enterprise Chassis는 모두 80 PLUS Platinum 인증 PSU를 사용하며, System x3300 M4, x3500 M4, x3550 M4, x3650 M4, x3750 M4 서버도 마찬가지임.

⁶ 80 PLUS 인증에 관한 추가 정보: www.plugloadsolutions.com/80PlusPowerSupplies.aspx.

⁷ "IBM System x iDataPlex dx360 M4: 페타 규모 테크니컬 컴퓨팅에 뛰어난 에너지 효율 및 총소유비용," www.cabotpartners.com/Downloads/IBM_iDataPlex_TCO_Analysis_March2012.pdf, 2012년 3월.

⁸ 엔터프라이즈 15K SAS HDD의 **100만** 시간 대비 최대 **300만** 시간 MTBF.

⁹ **32** 200GB SSD x 30,000 IOPS = **960,000** IOPS, **3,200** 10K SAS HDD x 300 IOPS = **960,000**.

99% 이상 절감할 수 있습니다. (아울러 3,200개의 HDD와 필수적인 RAID 컨트롤러, 스토리지 엔클로저, 랙, 점유 공간, 서비스 시간, RAID 어레이 관리 시간, 추가 데이터 센터 냉각 용량 등에 대한 비용은 포함되어 있지 않습니다)

- Flex System x220, x240, x440 Compute 노드에 제공되는 **IBM Flex System Flash**는 IBM Flex System Compute 노드 내에 최대 8개의 엔터프라이즈 SSD(1.6TB)의 전용 스토리지를 제공합니다. 또한, 분산 데이터베이스 애플리케이션, 비즈니스 분석 및 인텔리전스 워크로드, 트랜잭션 처리, 미디어 스트리밍에서 최대 **475K** IOPS에 달하는 뛰어난 성능을 제공합니다.
- **가상화.** 일반적으로 가상화되지 않은 서버는 프로세서 자원의 15–25% 만을 사용하며, 따라서 서버의 풀 메모리 용량이 거의 필요치 않습니다. 가상화와 여러 가상 머신을 이용하면 이미 구입한 프로세서 및 메모리 용량을 최대한 활용하여 동일한 작업을 완수하는 데 필요한 물리 서버의 수를 줄일 수 있습니다. 하지만 가상화의 이점은 그것만이 아닙니다. 네트워크 스위치와 스토리지를 가상화할 경우 다음과 같은 이점도 있습니다.
 - 데이터 센터 관리자는 가상 서버 및 물리 서버가 동일한 구성, 정책 및 관리 툴을 사용할 수 있도록 가상 및 물리 환경에 대하여 일관된 네트워킹 환경을 모색하고 있습니다. 서버 간에 가상 머신이 이동될 때 보안, 성능, 액세스가 그대로 유지되도록 네트워크 정책이 모바일 가상 머신과 함께 자동으로 마이그레이션되어야 합니다. **IBM System Networking Distributed Virtual Switch(DVS) 5000V**는 VMware 환경을 위한 풍부한 기능의 고급 분산 가상 스위치로서, 정책 기반 가상 머신(VM) 연결성을 갖추고 있습니다. DVS 5000V의 경우, IBM System Networking 스위치에 익숙한 네트워크 관리자는 고급 네트워킹, 문제 해결, 관리 기능을 이용하여 DVS 5000V를 마치 IBM 물리 스위치처럼 관리할 수 있으므로 가상 스위치의 관리가 간편해집니다.
 - 통합 **10GbE 연결성**을 갖춘 **IBM Virtual Fabric**은 유연한 고속 네트워킹을 제공하면서 기술 취득 비용을 최대 **30%**까지 절감합니다.¹⁰ Virtual Fabric은 더 빠른 네트워킹을 위한 가상 머신 전용 대역폭을 제공하며 Ethernet, Fibre Channel, iSCSI와 같은 세 가지 가장 보편적인 네트워킹 기술을 지원합니다. 따라서 기존 데이터 센터 네트워킹을 전면 교체할 필요 없이 간단하게 통합할 수 있습니다.
 - **IBM Storwize® V7000**은 최대 12개의 핫스왑 3.5인치 HDD 또는 24개의 핫스왑 2.5인치 SSD 또는 HDD로 구성된 모듈식 2U 디스크 시스템으로서, 기존 스토리지 인프라의 무중단 마이그레이션을 통해 IBM 및 타사 스토리지를 가상화할 수 있는 기능을 제공합니다. 최대 9개의 확장 유닛을 추가하여 시스템 당 총 **240**개의 HDD(**360TB**)를 장착할 수 있으며, 기존 디스크 시스템을 가상화하고 재사용할 수 있어 훨씬 더 높은 투자수익률이 보장됩니다. 가상화된 스토리지는 FlashCopy, Easy Tier, 씬 프로비저닝을 비롯한 스토리지의 모든 기능을 그대로 가지고 있습니다. Storwize V7000은 활성 데이터의 통합 실시간 압축을 지원하므로, 동일한 물리 공간에 최대 **5배**에 달하는 기본 데이터를 저장할 수 있을 만큼 이례적인 수준의 효율을 제공합니다.
 - 모듈식 2U 디스크 시스템인 **IBM Storwize® V3700**은 최대 12개의 핫스왑 3.5인치 HDD 또는 24개의 핫스왑 2.5인치 HDD를 지원하며, 최대 4개의 확장 유닛을 추가하여 시스템 당 총 **120**개의 HDD(**180TB**)를 장착할 수 있습니다. Storwize V7000과 마찬가지로, V3700은 FlashCopy 및 씬 프로비저닝 기능을 제공합니다 (실시간 압축 또는 Easy Tier 기능은 미지원).
 - **IBM Flex System V7000 스토리지 노드.** 외장 Storwize V7000 유닛과는 달리 이 노드는 Compute 노드 및 여타 노드와 함께 Flex System Enterprise Chassis 내에 설치되며, 액세스가 더 신속하며 관리가 용이합니다. 새시 내에 SAN을 통합할 수 있으며, FlashCopy, Easy Tier, 씬 프로비저닝을 비롯한 Storwize V7000의 여타 기능을 제공합니다. 이 노드는 최첨단 SSD(Solid-State Drive)와 비용 효율적인 기계식 하드 디스크 드라이브(HDD)에 대하여 지능적으로 데이터를 배치합니다. 이 데이터 밸런싱은 중요한 애플리케이션의 성능을 최대 240%까지

¹⁰ Comparison of HS22 blade server with optional VF adapter and HS23 with integrated VF controller.

향상시킬 수 있습니다.¹¹

- **수냉식 냉각 방식 구현.** CRAC를 갖춘 데이터 센터는 데이터 센터 아래로 흐르는 용수 시스템이 있습니다. 데이터 센터의 열을 제거함에 있어 수냉식 냉각 방식은 공냉식 냉각 방식에 비해 효율이 최대 4,000배 더 우수하기 때문에¹², 이 용수 시스템을 냉각에 이용하면 한층 더 효율을 높일 수 있습니다. 또한, 폐열을 구내 전역에 재순환시켜 동절기 건물 난방에 이용하면 에너지 비용을 한층 더 줄일 수 있습니다.
 - IBM **Rear Door Heat eXchanger v2¹³** 및 **Rear Door Heat eXchanger for iDataPlex**는 출입구를 거쳐 데이터 센터 외부로 흐르는 밀폐식 냉수 라인을 이용하여 랙의 열(30kW 또는 100,000 BTU)을 **100%**까지 제거할 수 있는 랙 레벨 솔루션입니다. 실제로, 데이터 센터 나머지 공간의 주변 열도 제거할 수 있으므로, CRAC의 필요성이 줄게 됩니다.
 - 표준 공냉 iDataPlex 서버는 기존 랙 서버에 비해 에너지 효율이 최대 **20%** 더 우수합니다. 그러나 IBM의 독점적인 **온수 냉각** 기술 옵션을 탑재한 iDataPlex 시스템은 공냉식 iDataPlex 시스템에 비해서도 에너지 효율이 최대 **40%** 더 우수하며, 노드 당 **90%**에 달하는 열을 회수합니다. 이 시스템 레벨 솔루션은 프로세서 방열판의 마이크채널을 통해 온수를 순환시키며, 냉수 대신에 온수를 사용하므로 데이터 센터 냉각 비용이 한층 더 절감됩니다. (가동 중인 iDataPlex 온수 냉각의 사례는 다음을 참조하시기 바랍니다.
[www.gizmag.com/ibm-supermuc-supercomputer/23086/.](http://www.gizmag.com/ibm-supermuc-supercomputer/23086/))
- **공유 스토리지 사용.** 사용률이 낮고 에너지만 소비하는 드라이브가 2개 이상인 서버를 SAN 또는 NAS 스토리지로 교체합니다. 8-24개의 HDD 또는 SSD로 구성된 하나의 유닛이 수 백 개의 HDD를 대체할 수 있어 에너지 비용을 수 분의 일로 줄입니다.
 - 일례로 통합 실시간 압축 기능을 갖춘 **Storwize V7000**은 동일한 물리 공간에 최대 **5배**에 달하는 활성 기본 데이터를 저장할 수 있을 만큼 이례적인 수준의 효율을 제공합니다. 외부 SAN을 관리할 수 있는 관리 전문지식(또는 예산)이 없는 경우, 소형 통합 SAN을 고려해볼 수 있습니다.
 - **BladeCenter S** 샤페는 최대 12개의 핫스왑 SAS 또는 SATA HDD를 샤페 자체 내에서 지원합니다. RAID 컨트롤러 모듈을 추가하면 SAS 스토리지를 소형 SAN으로 이용할 수 있으므로 외부 SAN 인프라가 필요치 않습니다.
 - **Flex System v7000 스토리지 노드**는 Storwize V7000과 동일한 압축 기술을 샤페 내에서 제공합니다.

IBM System x 에너지 효율에 관한 추가 정보는 Ideas International의 백서를 참조하시기 바랍니다.¹⁴

가급적 효율적인 설비로 데이터 센터를 구축했다라도, 데이터 센터를 다소 고온에서 운영함으로써 냉각 비용을 더욱 절감할 수 있습니다.

공냉식 냉각 방식

데이터 센터의 과도한 열을 비용 효율적으로 제거할 수 있는 한 가지 방법은 열을 재순환시켜 냉각시키는 대신에 건물 밖으로 배출하는 방법입니다. 이 방식은 당연히 외부의 공기를 공급해야 하며, 따라서 실외 분위기 온도가 낮을수록 효율이 더 우수해집니다. (이 때문에, 일부 고객은 북부 지역이나 대형 수계에 인접하여 데이터 센터를 구축하였습니다.) 또한 다수 기업들이 다소 높은 온도에서 데이터 센터를 운영하는

¹¹ IBM 내부 측정; Enterprise Strategy Group의 IBM Storwize V7000: VMware 환경에서의 실제 혼합 워크로드 성능 (Brian Garrett, 2011년 2월 7일)에 의거.

¹² 25° C에서 물의 체적비열 대비 일반적인 실내 조건에서의 공기. en.wikipedia.org/wiki/Heat_capacity.

¹³ Rear Door Heat Exchanger V2는 IBM 42U 1100mm Enterprise V2 Dynamic Rack과 IBM PureSystems 및 IBM Flex System 랙을 지원합니다.

¹⁴ “매력적인 성능과 효율을 제공하는 IBM System x M4 서버”, 2012년 3월, public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/en/xsl03046usen/XSL03046USEN.PDF.

보다 에너지 효율적인 데이터 센터를 위한 솔루션
6페이지

테스트에 착수하였습니다.

2007-2008년 기간에 Intel은 100% 외기(온도 90° F)를 사용하여 데이터 센터를 냉각시킬 수 있는지를 알아 보기 위한 10개월간의 개념증명 테스트를 실시하였습니다¹⁵. 표준 CRAC를 사용하는 구획과 “공기 에너지 절약장치(Air economizer)”를 사용하는 구획의 2개 구획 비교 테스트에서, 10 mW 데이터 센터의 연간 에너지 비용을 67% 절감하면서도 서버 장애가 많이 증가하지 않았다는 것을 확인하였습니다.

그전에는, 보증 상의 이유 때문에 35° C(95° F)가 데이터 센터의 일반적인 열적 한계였습니다. 그 한계를 초과할 경우 설비가 고장날 가능성이 높았으며 보증 수리가 적용되지 않았습니다. 지금은 ASHRAE(미국냉난방공조학회) Class A3 지침에 의거하여 일부 고객들이 데이터 센터의 온도를 40° C(104° F) 또는 그 이상으로 전환하고 있습니다. 이렇듯 열적 한계를 높이면 에너지 사용 측면에서 막대한 비용을 추가로 절감할 수 있고 필요한 CRAC를 줄일 수 있으며 데이터 센터 확장이나 교체를 뒤로 미룰 수 있습니다. 하지만, 데이터 센터의 온도를 올리려면 고온에서 안정적으로 작동할 수 있는 시스템과 옵션이 필요합니다. IBM은 여타 시스템 벤더처럼 한정된 시간 동안이 아니라, 100%의 가동 시간 동안 최대 40° C에서 안정적인 서버 작동을 유일하게 보증하고 있습니다.

IBM은 2011년 새로운 ASHRAE 지침이 발표된 이래 Class A3 지침에 준하는 시스템을 설계해 왔습니다. 40° C 이상의 열적 한계를 보증하는 시스템으로는 일부 System x 서버, iDataPlex dx360 M4, 모든 IBM Flex System 서버, 모든 IBM RackSwitch® 네트워크 제품(기타 옵션 포함)이 있습니다.

공식적인 ASHRAE Class A3 지침은 아래 표 1에 나와있습니다.

등급 (a)	설비 환경 사양							
	설비 가동 (b)(c)					설비 전원 차단 (c)(d)		
	건구 온도 (°C) (e)(g)	습도 범위, 비응축 (h)(i)	최고 이슬점 (°C)	최대 고도 (m)	최대 변화율 (°C/hr) (f)	건구 온도 (°C)	상대 습도 (%)	최고 이슬점 (°C)
권장 (모든 A 등급에 적용, 이 범위를 벗어난 조건에 대하여 본 서에서 ITE 메트릭을 평가)								
A1 ~ A4	18 ~ 27	5.5° C DP ~ 60% RH & 15° C DP						
허용								
A1	15 ~ 32	20% ~ 80% RH	17	3050	5/20	5 ~ 45	8 ~ 80	27
A2	10 ~ 35	20% ~ 80% RH	21	3050	5/20	5 ~ 45	8 ~ 80	27
A3	5 ~ 40	-12° C DP & 8% RH ~ 85% RH	24	3050	5/20	5 ~ 45	8 ~ 85	27
A4	5 ~ 45	-12° C DP & 8% RH ~ 90% RH	24	3050	5/20	5 ~ 45	8 ~ 90	27
B	5 ~ 35	8% RH ~ 80% RH	2S	3050	NA	5 ~ 45	8 ~ 80	29
C	5 ~ 40	8% RH ~ 80% RH	2S	3050	NA	5 ~ 45	8 ~ 80	29

¹⁵ www.intel.com/content/www/us/en/data-center-efficiency/data-center-efficiency-xeon-reducing-data-center-cost-with-air-economizer-brief.html.

보다 에너지 효율적인 데이터 센터를 위한 솔루션

7페이지

- a. 등급 A1, A2, B, C는 2008 등급 1, 2, 3, 4와 동일. 이 등급은 단지 등급 A1 ~ A4와의 혼동을 피하기 위해 개명되었음. 권장 한계는 2008 버전에 공표된 한계와 동일.
- b. 설비의 전원이 켜진 상태.
- c. 테이프 제품은 안정적이며 더 제한적인 환경(등급 A1과 유사)을 요함. 일반적인 요구사항: 최저 온도 15° C, 최고 온도 32°C, 최저 상대습도 20%, 최고 상대습도 80%, 최고 이슬점 22° C, 온도 변화율 5° C /h 미만, 습도 변화율 시간당 5% RH 미만, 응축 없을 것.
- d. 설비를 원래의 선적 컨테이너에서 꺼내어 설치하였지만 수리, 유지보수 또는 업그레이드와 같이 사용 중이 아닌 상태.
- e. A1 및 A2 – 950 m 이상에서 최대 허용 건구 온도를 300 m당 1° C 경감.
A3 – 950 m 이상에서 최대 허용 건구 온도를 175 m당 1° C 경감.
A4 – 950 m 이상에서 최대 허용 건구 온도를 125 m당 1° C 경감.
- f. 테이프 드라이브를 채택한 데이터 센터의 경우 5° C/hr, 디스크 드라이브를 채택한 데이터 센터의 경우 20° C/hr.
- g. 드라이브에 디스크가 들어있는 경우, 최저 온도는 10° C.
- h. 등급 A3 및 A4에 대한 최저 습도 수준은 -12° C 이슬점 및 8% 상대습도의 상한 (수분이 더 많음). 이는 약 25° C에서 교차. 이 교점 아래(~25C)에서는 이슬점(-12° C)이 최저 습도 수준을 나타내며, 반면에 그 이상에서는 상대습도(8%)가 최저.
- i. 적절한 제어 수단을 구현하여 데이터 센터의 직원과 장비에 정전기 발생을 제한하는 경우, 0.5° C DP 미만이되 -10° C DP 또는 8% RH 이상인 습도 수준은 허용될 수 있음. 모든 직원 및 이동식 비품/설비는 적절한 정전기 제어 시스템을 통해 접지에 연결시켜야 함. 다음 항목이 최소 요구사항으로 간주됨 (자세한 내용은 부록 A 참조):
 - 1) 도전성 물질
 - a) 도전 바닥
 - b) 단순히 통과하는 방문객을 포함하여 데이터 센터에 출입하는 모든 직원이 착용하는 도전화;
 - c) 모든 이동식 비품/설비는 도전성 또는 정전기 방지 재질이어야 함.
 - 2) 하드웨어의 유지보수 중에, IT 설비에 접촉하는 모든 직원은 정전기 방지 손목 밴드를 착용해야 함.

표 1. ASHRAE 온도 및 습도 지침

IBM은 고온에서의 시스템 가동이 성능에 미치는 영향을 확인하기 위해 Class A3 환경에서 여러 유형의 워크로드를 이용하여 IBM 시스템¹⁶을 가동하는 광범위한 테스트를 실시하였습니다. 우선, HPC 및 Cloud 표적 시장 부문을 대표하는 여러 애플리케이션 벤치마크를 선정하였습니다. Linpack은 HPC 유형의 워크로드를 대표하고, SPECjbb2005는 더 클라우드에 유사한 엔터프라이즈 워크로드를 대표하며, SPECfp_rate2006 및 SPECint_rate2006은 두 환경 유형의 간극을 메우는 CPU 집약적인 워크로드를 대표합니다. SPECjbb2005는 Windows 2008 R2 하에서 실행되었으며, 나머지 워크로드는 Red Hat Enterprise Linux 6.1 하에서 실행되었습니다.

모든 기준 성능 점수는 25° C 분위기 온도에서 수집하였으며, 비교 점수는 각각 35° 및 40° C에서 수집하였습니다. 그런 다음 이 점수들을 25° C의 기준 데이터에 대하여 정규화하여 기준 점수의 모든 상대적인 변화를 반영하였습니다. 절대 점수보다는 환경 조건의 작용으로 얼마나 영향을 받았는지가 주된 관심사였기 때문에 결과를 정규화하였습니다. (연구소 실험 결과에 의하면, 공칭 조건 하에서 동일한 하드웨어 상의 벤치마크 결과가 SPECjbb2005 및 SPECcpu2006에 대하여 +/- 1% 차이가 있는 것으로 나타났습니다.)

고온의 대기 유입 조건을 수용하면서 업계의 IT 효율 이니셔티브를 충족하려면, 설계 시에 특정 조건을 고려해야 합니다. 이러한 조건에는 성능에 영향을 주지 않으면서 35° C에서 모든 가능한 구성에 대하여 최대 워크로드를 지원하고, HPC 워크로드를 실행할 때 40° C에서 성능에 거의 영향을 미치지 않으며, 일반적인 클라우드 유형의 워크로드 실행 시에도 전혀 성능 저하가 없어야 한다는 요구사항이 포함됩니다.

테스트 중에 수집된 모든 데이터는 바람직한 성능 영향 조건의 목표를 충족하였습니다. 35° C 환경에서는 성능 영향이 전혀 나타나지 않았고, 최악의 애플리케이션 실행 시에는 5% 이하였으며 클라우드 유형의 애플리케이션 실행 시에는 0%였습니다.

ASHRAE Class A3 등급의 IBM 시스템을 사용하면, 오직 외기만을 이용하여 40° C에 달하는 높은 온도에서 데이터 센터를 가동할 수도 있습니다. 노스캐롤라이나에 위치한 어느 데이터 센터는 2012년 여름의

¹⁶ 테스트 대상 시스템은 IBM Flex System x240, System x3550 및 x3650 M4, iDataPlex dx360 M4였으며, 모두 115–130W 정격의 Intel Xeon E5-2600 프로세서를 사용하였습니다.

보다 에너지 효율적인 데이터 센터를 위한 솔루션

8페이지

기록적인 폭염에도 불구하고 공냉식 냉각 방식이 매우 효과적이었던 것으로 확인되었습니다.¹⁷ 이 데이터 센터는 노스캐롤라이나 하절기의 높은 습도 때문에 서버 유입 온도 범위의 상한을 85° F(29.4° C), 상대 습도(RH) 상한을 90%로 설정한 상태에서 가동되고 있었습니다. 이 회사는 노스캐롤라이나 데이터 센터의 전반적인 PUE(Power Usage Effectiveness)가 1.07이며, 50년 간의 ASHRAE 최대 습구 온도 평균이 14도 이하인 오리건 주의 데이터 센터(1.09)와 유사하다는 것을 확인하였습니다.

하지만 일부 설비는 고온 등급으로 보증이 되는 반면에 나머지 설비는 그렇지 않을 경우에는 어떻게 될까요? 이 경우에는 열기 통로/냉기 통로의 재설계, 파티션이나 인접 룸 또는 별도 건물을 이용한 설비의 분리를 비롯한 차선책이 있습니다. 설비를 분리하면 일부 컴포넌트는 외기를 이용하여 냉각시키고 나머지는 CRAC를 이용하여 냉각시킬 수 있습니다. 이 하이브리드 방식 역시 상당한 비용 절감을 가져옵니다.

요약

에너지 효율적인 하드웨어 컴포넌트 및 가상화와 대체 냉각 방식을 결합하면 데이터 센터의 에너지 비용을 상당히 절감할 수 있습니다. 80 PLUS Platinum 서버와 가상화된 네트워크 및 스토리지를 결합하고, 온수 및 냉수 냉각 방식을 구현하고, HDD를 SSD로 교체하여 자연 외기로 데이터 센터를 냉각시키면 에너지를 획기적으로 절약하면서 비용을 절감할 수 있습니다. 그리고 이 절감된 에너지 비용을 다른 유용한 분야에 더 효율적으로 투자할 수 있습니다.

¹⁷ opencompute.org/2012/11/14/cooling-an-ocp-data-center-in-a-hot-and-humid-climate/.



추가 정보

IBM System x 서버
IBM BladeCenter 서버 및 옵션
IBM 구성 및 옵션 가이드
IBM ServerProven 프로그램
기술 지원
기타 기술 지원 자료

<http://ibm.com/systems/x>
<http://ibm.com/systems/bladecenter>
<http://ibm.com/systems/x/hardware/configtools.html>
<http://ibm.com/systems/info/x86servers/serverproven/compat/us>
<http://ibm.com/server/support>
<http://ibm.com/systems/support>

법적 정보

© IBM Corporation 2012
IBM Systems and Technology Group
Dept. U2SA
3039 Cornwallis Road
Research Triangle Park, NC 27709

Produced in the USA
December 2012

해당하는 제품 보증의 사본은 다음 주소로 서면 문의하십시오:
Warranty Information, P.O. Box 12195, RTP, NC 27709, Attn:
Dept. JDJA/B203.

IBM은 ServerProven® 또는 ClusterProven®로 지정된 제3자 제품 또는 서비스를 포함하여, 제3자 제품 또는 서비스에 대한 보증을 제공하지 않습니다. 현장 방문 서비스에는 추가 요금이 발생할 수 있습니다. 현장 방문 서비스의 경우, IBM은 기술자의 파견 전에 문제점의 원격 진단 및 해결을 시도합니다.

IBM, IBM 로고, ibm.com, BladeCenter, ClusterProven, IBM Flex System, iDataPlex, RackSwitch, ServerProven, Storwize, System x 및 Tivoli는 미국 또는 기타 국가에서 사용되는 IBM Corporation의 상표입니다. 이와 함께 기타 IBM 상표가 기재된 용어(상표 기호(® 또는 ™)와 함께 이 정보에 처음 표시된 경우, 이와 같은 기호는 이 정보를 발행할 때 미국에서 IBM이 소유한 등록 상표 또는 일반 법적 상표입니다. 또한 이러한 상표는 기타 국가에서 등록상표 또는 일반 법적 상표입니다. 추가 IBM 상표 목록은 웹 페이지(<http://ibm.com/legal/copytrade.shtml>)를 참조하십시오.

Intel, Intel 로고, Core 및 Xeon은 미국 및 기타 국가에서 사용되는 Intel Corporation의 상표입니다.
기타 회사, 제품 및 서비스 이름은 타사의 상표 또는 서비스표입니다.

IBM은 사양이나 기타 제품 정보를 통지없이 변경할 수 있습니다. 본 문서에서 IBM 제품 또는 서비스를 언급한다고 하여 IBM이 영업하는 모든 국가에서 IBM이 이들 제품 또는 서비스를 사용할 수 있도록 한다는 것을 의미하지는 않습니다. IBM은 상품성 및 특정 목적에의 적합성에 대한 묵시적 보증을 포함하여 명시적 또는 묵시적인 일체의 보증 없이 본 문서를 "현상대로" 제공합니다. 일부 국가에서는 특정 거래에서 명시적 또는 묵시적 보증의 면책사항(disclaimer)을 허용하지 않으므로, 이 사양이 귀하에게 적용되지 않을 수도 있습니다. 본 문서에는 IBM이 관리하거나 주관하지 않는 제3자 사이트의 링크가 포함되어 있을 수 있습니다. 해당 제3자 사이트에 대한 액세스의 위험은 사용자가 부담해야 하며, IBM은 이러한 사이트에서 작성된 정보, 데이터, 의견사항, 권장사항 또는 진술의 정확성이나 신뢰성에 대해서는 책임지지 않습니다. IBM은 해당 링크를 편의상 제공하는 것이며 이러한 링크를 옹호하고자 하는 것은 아닙니다.

비IBM 제품에 관한 본 프리젠테이션의 정보는 해당 제품의 공급자, 공개 자료 또는 기타 범용 소스로부터 얻은 것입니다. IBM에서는 이러한 제품들을 테스트하지 않았으므로, 비IBM 제품과 관련된 성능의 정확성, 호환성 또는 기타 청구에 대해서는 확인할 수 없습니다. 비IBM 제품의 성능에 대한 의문사항은 해당 제품의 공급업체에 문의하십시오.

스토리지 용량을 나타내는 MB, GB 및 TB는 각각 1,000,000, 1,000,000,000 및 1,000,000,000,000바이트를 의미합니다. 액세스 가능한 용량은 표시 용량보다 적습니다. 서비스 파티션에는 최대 3GB가 사용됩니다. 스토리지의 실제 용량은 여러 요인에 따라 다르며 설명된 용량 미만일 수 있습니다. 제어된 환경에서 표준 IBM 벤치마크를 이용한 측정치 및 예상치를 기준으로 하여 내부 처리량 비율(ITR, Internal Throughput Rate (ITR))로 성능이 표시됩니다. 사용자가 경험하는 실제 처리량은 사용자 작업 스트림의 멀티 프로그래밍 수량, I/O 구성, 스토리지 구성, 워크로드 처리량 등의 요인에 따라 달라질 수 있습니다. 그러므로 위에 언급된 것과 동일한 처리량 성능을 개별 사용자가 얻을 것이라고 보증하지 않습니다. 내부 하드 디스크 및 메모리의 최대 용량이 필요한 경우에는 표준 하드 드라이브 및/또는 메모리와 모든 하드 디스크 베이 및 메모리 슬롯 집단을 지원되는 최신의 최대 드라이브로 교체해야 합니다. CD-ROM, CD-R, CD-RW 및 DVD의 다양한 속도를 언급하는 경우 실제 재생 속도는 다를 수 있으며 가능한 최대 속도 미만일 수 있습니다.