

고밀도 서버 구축시 발생하는 쿨링 문제 해결을 위한 10가지 방안

글 Peter Hannaford

White Paper #42

APC[®]
Legendary Reliability[®]

요약

고밀도 서버는 심각한 쿨링 문제를 야기한다. 현재 랙 당 20 kW가 넘는 쿨링 전력이 필요한 서버가 설계되고 있는 데 반해, 실제 대부분 데이터센터의 평균 쿨링 전력은 랙 당 2 kW에 불과하기 때문에 고밀도 장비에 알맞은 쿨링 성능을 제공하기 위해서는 혁신적인 전략이 필요하다. 이 글에서는 기존 데이터센터의 쿨링 효율과 용량, 전력 밀도를 향상시켜 주는 10가지 방안을 제시하고자 한다.

서론

하나의 랙에 블레이드 서버가 뻥뻥이 설치됨에 따라(그림 1), 일부 데이터센터에서는 전력 수요와 열 발산 증가에 따라 과열점(hot spot)이 생기고 있다. 이중마루 플레넘(raised-floor plenum)을 통해 냉방을 공급하는 CRAC(computer room air conditioning) 장치가 갖추어져 있다 하더라도, 기존의 데이터센터로는 CRAC 장치의 수량과 용량, 그리고 마루의 깊이와는 무관하게 특정 랙에 3 kW 이상의 쿨링 용량을 제공하지 못한다. 더구나 하나의 랙에 제공되는 최대 쿨링 용량도 일반 바닥에 장비가 가득한 상태에서 공기가 공급되는 전산실보다 낮다.¹ 그런데 이제는 랙 당 10 kW를 넘는 수준으로 쿨링 용량을 끌어올려줄 랙 기반 쿨링 솔루션이 등장하고 있다.

<그림 1> 서버가 뻥뻥이 들어찬 랙



데이터센터의 쿨링 시스템 설계 시 목표는 냉각된 공기의 공급원에서 서버의 공기 흡입구 사이의 공기 이동 통로를 확보하는 것이다. 마찬가지로, 서버에서 나오는 뜨거운 배출 공기가 CRAC 장치의 순환 공기 덕트(return air duct)에 돌아가는 데에도 공기 통로가 확보되어야 한다. 하지만, 이를 저해하는 몇 가지 요인이 존재한다.

이 글은 데이터센터의 운영 효율과 전력 밀도 기능을 저하시키는 주요 요인에 대해 설명하고 이를 예방할 방법을 제시한다. 또한 데이터센터를 대대적으로 개조하지 않고도 설계 용량을 초과하는 수요에 대처할 수 있는 해결 방안을 제공한다.

앞으로 10개 섹션에 걸쳐서 쿨링의 비효율성과 용량 부족의 근본 원인을 해결하기 위해 취할 수 있는 방안들을 설명한다. 간단하고 비용 효율성이 뛰어난 순서대로 제시되며, 만일 데이터센터의 현재 관리 면적에서 전력 밀도가 랙 당 6 kW 이상 되도록 하는 것이 목표라면 앞부분을 건너뛰고 좀더 본격적인 9단계나 10단계로 넘어가도 무방할 것이다.

1. “이상 진단(or 자체 검사 health check)”의 시행

정기적인 정비가 자동차에 도움이 되듯이, 현재 지원하고 있는 비즈니스 프로세스의 유지와 향후 문제 예방을 위해서는 데이터센터도 최고의 효율로 지속적으로 운영되도록 해야 한다. 데이터센터의 쿨링 문제 해결을 위해 비용이 많이 드는 업그레이드부터 착수하기 전에, 쿨링 인프라에 혹시 있을지 모를 결함을 확인하는 검사가 선행되어야 한다. 과열로 인한 IT 장비의 장애를 방지하기 위해 이 검사로 데이터센터의 상태를 판단하며, 이후 적정 쿨링 용량을 산정하는 작업에도 이용할 수 있다. 현재 상태를 파악하고, 쿨링 향상을 위한 후속 조치가 이루어질 수 있도록 기준을 정립한다.

쿨링 시스템 검사에는 다음 항목이 포함된다.

- **최대 쿨링 용량.** 연료통의 휘발유가 엔진의 시동을 걸 만큼 충분하지 않다면 아무리 열쇠를 돌려보아야 시동이 걸리지 않는 법이다. 데이터센터의 IT 장비가 전체 쿨링 용량을 초과하지는 않았는지 확인한다. 전력이 1 W 소비되면 쿨링에도 1 W가 필요하다는 점을 명심한다. 쿨링 수요가 공급을 초과했다면 뒤에 나올 10 단계에서 설명할 대대적인 리엔지니어링 작업이나 독립형(self-contained) 고밀도 쿨링 솔루션이 필요하다.
- **CRAC(computer room air conditioning) 장치.** 공급되는 공기와 순환되는 공기의 온도 및 습도 측정치가 설계치와 일치해야 한다. 필요 시 설정치(set point)를 확인하고 리셋한다. 순환되는 공기의 온도가 실내 주변 온도보다 현저히 낮다면, 급기 경로에 단락이 발생해 냉각된 공기가 IT 장비를 거치지 않고 곧바로 CRAC 장치로 돌아오기 때문일 수 있다. 쿨링 팬과 경보 기능이 제대로 작동하는지

점검하고, 모든 필터가 깨끗한지도 확인한다.

- **냉동기 냉각수/ 컨덴서 루프.** 냉동기와 외부 컨덴서, 펌프 장치, 주 냉각 루프의 상태를 점검한다. 밸브가 모두 제대로 작동하는지 확인한다. DX 장치를 사용하고 있다면 완전히 충전되었는지 점검한다.
- **실내 온도.** 데이터센터 통로의 핵심 지점에서 온도를 점검한다. 측정 지점은 대개 장비 열(row) 사이를 중심으로 하며, 랙 4개 간격으로 측정한다.
- **랙 온도.** 각 랙에서 하단, 중간, 상단에 있는 공기 흡입구 중심에서 온도를 측정하여 기록하고, 이를 IT 장비 제조업체에서 권장하는 흡입구 온도와 비교한다.
- **바닥 타일의 공기 유속.** 이중마루가 **쿨링 플레넘(cooling plenum)**으로 사용된다면 바닥의 유공 타일이나 그릴 전체에서 공기 유속이 일정해야 한다.
- **바탕마루(Subfloor)의 상태.** 이중마루 아래의 바닥에 오물이나 먼지가 있으면 유공 바닥 타일을 통과해 IT 장비로 날려 들어가기도 한다. 이중마루 아래의 네트워크 케이블이나 전원 케이블 등 장애물은 공기 흐름을 방해해 냉각된 공기가 랙에 공급되는 데에 악영향을 미칠 수 있다.
- **랙 내부의 공기 흐름.** 랙 사이의 공간(**블랭킹 패널(blanking panel)**)이 없는 랙 공간, 블랭킹 블레이드가 사용되지 않은 빈 블레이드 슬롯, 막지 않은 케이블용 구멍)이나 과도한 케이블 연결 상태는 쿨링 성능에 영향을 미친다.
- **통로 및 바닥 타일의 배열.** 바탕마루가 쿨링 플레넘으로 이용된다면, 바닥 환기구의 배열과 CRAC 장치의 위치에 효율성이 크게 좌우된다.

자세한 내용은 APC 백서 #40, “데이터센터의 잠재적인 쿨링 문제 파악을 위한 쿨링 상태 감사(Cooling Audit for Identifying Potential Cooling Problems in Data Centers)”를 참조한다.

2. 쿨링 시스템 유지보수 체계의 가동

업타임 인스티튜트(Uptime Institute)²의 보고서에 따르면 여러 데이터센터를 방문한 결과, 과반수가 넘는 곳에서 운영상의 결함이 발견되었다고 한다. 통틀어 “쿨링 불량”이라고 명명하기는 했지만, 이 가운데 일부는 부적절한 유지보수 체계가 원인이었다.

파악된 결함들은 다음과 같다.

- 공기 흐름을 막는 먼지 낀 코일

- 충전이 덜 된 DX 장치
- 위치가 잘못된 제어 지점
- 설정치가 없거나 손상된 센서
- 뒤바뀐 급기 및 순환 공기 배관
- 밸브 고장
- 펌프 고장
- 불필요한 펌프 작동
- 외기 쿨링 시스템(Free Cooling System)이 가동되지 않음

정기 점검과 사전 유지보수는 데이터센터가 최대 성능으로 운영되도록 하는 데 필수적이다. 한동안 쿨링 시스템을 점검하지 않았다면 지금 즉시 시행한다. 장비 제조업체의 권장 지침에 부합하도록 정기 유지보수 체계를 수립한다. 자세한 내용은 귀사의 유지보수 업체, 공기조화 컨설팅 업체, 또는 APC에 문의한다.

3. 블랭킹 패널의 설치 및 케이블 관리 체계의 실행

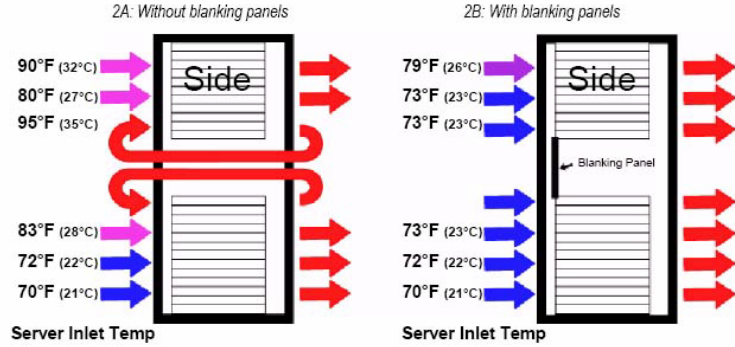
랙 인클로저에 사용되지 않고 남아 있는 수직 공간이 있으면 장비에서 나온 더운 공기가 장비의 공기 흡입구로 되돌아가 버리고 만다. 이와 같이 뜨거운 공기가 재순환하게 되면 장비가 불필요하게 과열된다.

HP의 서버 설치 설명서³에서는 다음과 같은 내용이 있다.

주의: 랙에 남아 있는 전면 패널의 U 공간은 항상 블랭킹 패널로 막아야 공기 흐름이 정상화 된다. 블랭킹 패널을 사용하지 않으면 랙의 쿨링이 적절히 이루어지지 않아 열로 인한 손상을 입을 수 있다.

이러한 주의사항이 무시되면서 과열 문제의 주원인이 되고 있다. 블랭킹 패널이 설치되면 차가운 공기가 서버의 공기 흡입구를 거치지 않고 그냥 지나치는 상황을 막을 수 있으며, 또한 뜨거워진 공기가 재순환되지 않도록 예방한다. <그림 2>는 블랭킹 패널의 효과를 보여주고 있다.

<그림 2> 블랭킹 패널 설치가 서버 공기 흡입구 온도에 미치는 효과⁴



자세한 내용은 APC 백서 #44, “블랭킹 패널을 이용한 랙 쿨링 성능 향상(Improving Rack Cooling Performance Using Blanking Panels)”을 참조한다.

랙 내의 공기 흐름은 가지런히 정리되지 않은 케이블 연결에도 영향을 받는다. 고밀도 서버가 구축되면 케이블 관리 면에서도 새로운 문제가 발생한다. <그림 3>은 제대로 정리되지 않은 각종 케이블로 인해 IT 장비에서 나오는 배출 공기의 흐름에 지장을 초래할 수 있음을 보여준다.

<그림 3> 정리되지 않은 케이블의 예



불필요하거나 사용되지 않는 케이블은 제거한다. 데이터 케이블은 정확한 길이로 자르고, 필요에 따라 패치 패널(patch panel)을 사용한다. 코드의 길이가 적절한 랙 장착 PDU에서 장비 전원이 공급되도록 한다. 케이블 연결 문제점을 해결해줄 랙 부속품에 대한 자세한 정보는 APC 웹사이트(www.apc.com)를 참조한다.

4. 바탕마루 장애물 제거 및 바닥 봉합

이중마루로 된 데이터센터에서는 바탕마루가 CRAC 장치에서 랙 전면에 있는 통기 구멍이 있는 바닥 타일(유공 타일이나 바닥의 그릴)까지 냉각된 공기가 이동하는 경로가 되는 플레넘이나 덕트로 사용된다. 바탕마루는 전원, 쿨링 파이프, 네트워크 케이블 연결 공간으로도 자주 사용되며, 경우에 따라 침수 감지나 화재 감지 및 소화 장치 설치에도 이용된다.

데이터센터 설계 과정에서, 설계 엔지니어는 요구되는 공기흐름속도에 따라 통기 구멍이 있는 타일을 통해 공기가 제공되도록 마루의 깊이를 정한다. 이어서 랙이나 서버가 추가되면 전원 케이블이나 네트워크 케이블도 추가로 설치된다. 서버 및 랙을 이동시키거나 교체하면 기존에 설치된 케이블은 바닥 아래에 그냥 내버려두는 일이 잦다. 특히 고객 이탈이 많은 코로케이션(co-location) 및 텔레하우징(telehousing) 시설에서 그렇다. <그림 11>과 같은 공기 배분 항상 장치는 공기 흐름이 제한되는 문제를 완화시켜 줄 수 있으며, 천장에 케이블을 설치하면 이런 문제를 완전히 해결할 수 있다. 바닥 아래로 케이블을 포설하는 경우, 적절한 쿨링에 필요한 공기 흐름이 유지되도록 충분한 공간을 확보해야 한다. 바탕마루에 케이블 트레이가 설치된다면, 이를 바닥 아래에서도 '높은 곳'에 설치하여 그 아래 공간은 냉각 플레넘으로 기능하도록 하는 것이 이상적이다.

바닥 타일이 떨어져 나갔으면 교체하고 간극이 생기지 않도록 제자리에 끼운다. 바닥에 뚫린 케이블 구멍으로 인해 자칫 불필요하게 공기가 새나갈 수 있으므로 케이블 주위는 밀폐한다. 사용되지 않는 케이블 구멍이 있는 타일은 구멍이 없는 타일로 교체한다. 비어있는 랙에 인접한 타일도 구멍이 없는 온전한 타일로 교체해야 한다.

5. 고밀도 랙의 분리

고밀도 랙이 몰려 있으면, 쿨링 시스템의 효율이 떨어진다. 이와 같은 고밀도 랙을 고르게 배치하면 문제가 해결된다. 아래의 예를 통해 이를 확인할 수 있다. .

데이터센터 설계 특성:

이중마루 면적: 5,000 ft² (465 m²)

이중마루 깊이: 30 인치(762 mm)

UPS 부하: 560 kW

평균 랙 공간: 1,250 ft² (116 m²)

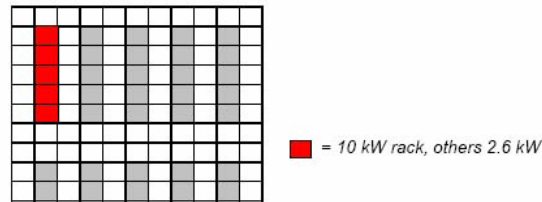
랙 개수: 200개

데이터센터 평균 전력 밀도: 112 W / ft²(1,204 W / m²)

랙 당 평균 전력 밀도: 2,800 W

통로로 사용되는 공간과 CRAC 장치를 감안하고, 랙이 데이터센터 바닥면적의 1/4을 차지한다고 가정하면, 랙 당 평균 전력 밀도는 2.8 kW다. 이중마루의 깊이가 30 인치(762 mm)이고, 바탕마루의 전원 케이블 및 데이터 케이블 설치, CRAC에서 나오는 공기의 특성 등을 고려하면, 냉각 팬 방식의 보조 장치가 추가되지 않는 이상, 랙 당 최대 쿨링 전력은 3 kW를 넘지 못한다. <그림 4>는 200개 랙 중 5개가 고밀도 랙이며, 이들이 일렬로 배치했을 때를 가정한 것이다.

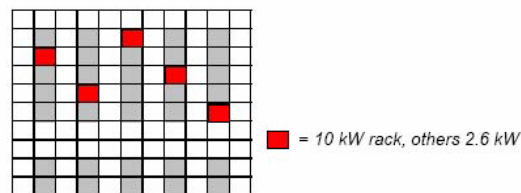
<그림 4> 고밀도 랙이 몰려 있는 데이터센터



5개 고밀도 랙 각각의 부하는 10 kW이고, 나머지 195개 랙의 각 부하는 2.6 kW로 가정하면, 전체 랙 당 평균은 2.8 kW가 되어 이론적으로는 쿨링 한계를 넘지 않는다. 그러나 고밀도 랙이 배치된 열에서 랙 당 평균 부하는 10 kW가 되고, “열 제거(scavenging)” 솔루션이나 독립형 솔루션이 채택되지 않는 한, 쿨링 인프라가 이를 감당할 수 없을 것이다(뒷부분의 9단계 및 10단계 참조).

따라서 <그림 5>와 같이 평균 쿨링 용량이 유지되도록 고밀도 랙을 분산 배치시키는 것이 해결책이다.

<그림 5 > 고밀도 랙이 분산 배치된 데이터센터

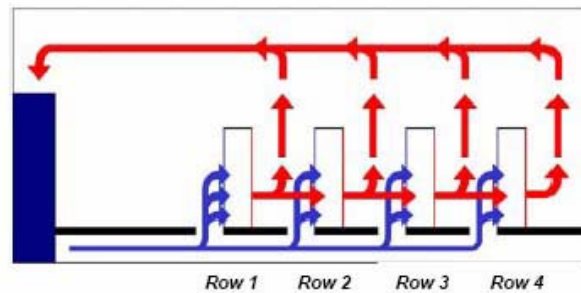


고밀도 랙으로 인한 부하를 분산시키는 것이 효과적인 주된 이유는 고 전력 랙이 서로 분리되면 인접 랙에서 다 사용되지 않은 쿨링 용량을 효과적으로 “빌려” 쓸 수 있기 때문이다. 하지만 인접한 랙이 가용 용량을 다 써버린 경우에는 효과를 볼 수 없다.

6. 더운 공기 통로(hot aisle)과 찬 공기 통로(cold aisle)의 분리 배치

예외도 있지만 대부분의 랙 장착형 서버는 전면에서 공기를 끌어들이고 후면에서 이를 배출한다. <그림 6>은 모든 열(row)이 같은 방향으로 배치된 전산실을 보여주고 있다. 이러한 배치에서는 1열에서 나온 더운 공기가 통로로 배출되어 냉각된 급기나 실내 공기와 섞인 다음, 2열에 있는 랙의 전면으로 들어가게 된다. 공기가 연속해서 각 열을 지날 때마다 서버로 들어가는 공기는 더 뜨거워진다. 모든 열의 공기 흡입구가 이와 같이 동일한 방향으로 배열되면 장비의 오작동을 피할 수 없으며, 이는 이중마루나 일반 바닥이나 마찬가지다.

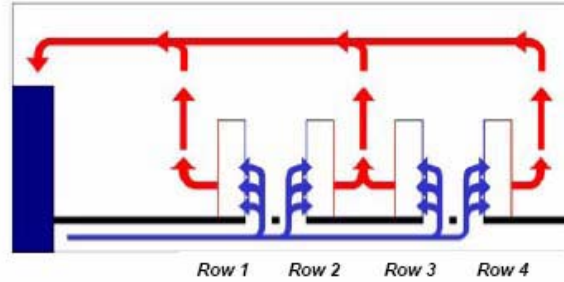
<그림 6> 더운 공기 통로와 찬 공기 통로가 분리되지 않은 랙 배치



장비 구성 시 모범 사례는 <그림 7>에서 보는 바와 같이 “ 더운 ” 통로와 “ 시원한 ” 통로를 교대로 배치하는 것이다. **찬 공기 통로**에는 통기 구멍이 있는 바닥 타일이 깔려 있고, 모든 서버의 전면(공기 흡입구)이 찬 공기 통로를 향하도록 랙을 배치한다. 뜨거워진 공기는 더운 공기 통로로 배출되며, 이 통로에는 통기 구멍이 있는 타일이 없다.

더운 공기 통로와 찬 공기 통로의 분리 배치는 일반 바닥으로 된 환경에도 적용이 가능하다. APC 백서#55, “중요 설비를 위한 공기 배분 아키텍처”를 참조한다.

<그림 7> 더운 공기 통로와 찬 공기 통로의 분리 배치

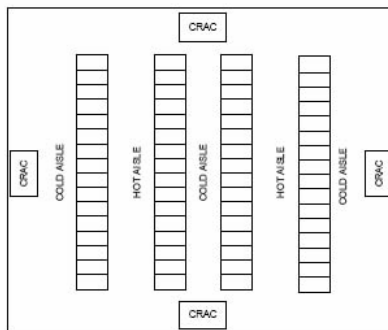


7. 더운 공기 통로에 CRAC 장치 배치

쿨링 효율을 최적화 하려면 CRAC 장치가 반드시 더운 공기 통로에 배치되어야 한다. <그림 8>은 더운 공기 통로/찬 공기 통로 방식으로 열을 배치하고 가장자리를 따라 CRAC 장치가 설치된 통상적인 전산실 배치를 보여주고 있다.

이 배치에서 양쪽 측면 벽에 있는 CRAC 장치는 찬 공기 통로와 너무 가까워서 해당 통로의 공기 흐름이 바닥 환기구를 우회하게 된다. 통로를 따라 흐르는 공기 흐름이 개선되도록 위쪽 벽과 아래쪽 벽에 CRAC 장치를 배치하는 것이 훨씬 좋다.

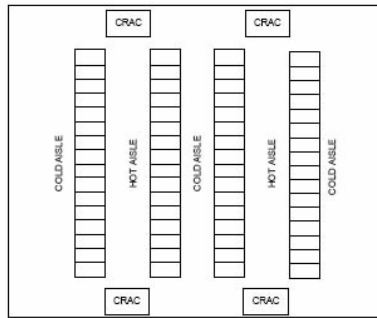
<그림 8> 통상적인 CRAC 배치



<그림 9>에서 CRAC 장치는 위쪽 벽과 아래쪽 벽으로 옮겨져 현재 더운 공기 통로에 자리잡고 있다. 통념상 CRAC 장치는 바닥 환기구를 공기가 흐르도록 시원한 통로에 배치되어 한다. 그러나 전산유체역학(CFD; computational fluid dynamics) 분석에 따르면 더운 공기 통로에서 나오는 더운 공기가 CRAC 장치로 돌아갈 때 랙을 건너 시원한 통로로 들어가며, 따라서 차가운 공기와 더운 공기가 섞임으로써 랙 전면에 공급되는 공기 온도가 상승하는 것으로 밝혀졌다.

요약하면, 이중마루로 된 쿨링 시스템인 경우 바탕마루의 공기 공급 통로(찬 공기 통로)보다는 공기 순환(return) 통로(더운 공기 통로)에 CRAC 장치를 두는 것이 더욱 중요하다.

<그림 9> 권장되는 CRAC 배치



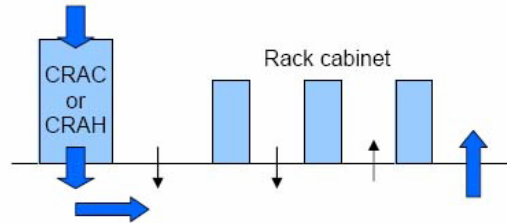
8. 바닥 환기구 관리

랙의 공기 흐름과 랙의 배치는 쿨링 성능 극대화의 핵심 요소다. 그러므로 바닥 환기구(floor vent)의 위치가 부적절할 경우, 냉각된 공기가 장비에 도달하기 전에 더운 배출 공기와 섞여 앞에서 설명한 바와 같은 일련의 성능 문제와 비용 증가 문제를 초래한다. 실제로 환기구의 위치를 부적절하게 선정하는 사례가 비일비재하게 벌어지고 있으며, 이로 인해 더운 공기 통로/찬 공기 통로 설계 방식의 장점이 사라지기도 한다.

공기 급기구는 가능한 한 장비의 공기 흡입구 가까이에 배치하여 찬 공기 통로의 냉각된 공기가 최대한 머물도록 한다. 바탕마루를 통해 공기가 분배되는 경우라면, 찬 공기 통로에만 통기 구멍이 있는 타일을 설치한다. 천장 급기 시스템(바탕마루를 통한 공기 분배 방식과 효율이 동일)의 경우에도 분배용 환기구는 찬 공기 통로 위에만 두고, 환기구에서 나온 공기 흐름이 (확산식 환기구를 통해 옆으로 흐르지 않고) 찬 공기 통로로 곧바로 내려갈 수 있도록 한다. 천장 급기 시스템이나 바탕마루 시스템 어느 쪽이든, 장비가 가동되지 않는 곳에 위치한 환기구는 폐쇄해야 하는데, 환기구에서 나온 공기가 온도가 낮은 상태로 CRAC 장치로 순환되면서 공기의 건조가 심해지고 CRAC 장치 성능도 저하되기 때문이다.

바닥 환기구가 CRAC 장치에 너무 가까워 부압(negative pressure)이 발생해, <그림 10>과 같이 전산실에서 나온 공기가 바닥 아래로 다시 빨려 들어가게 된다. 간단하게 공기 유속 장치를 사용하면 정압(static pressure)이 정확히 유지되도록 환기구 타일의 위치를 정할 수 있다.

<그림 10> 공기 유속이 빠른 바탕 마루 환경의 공기 이동



참고: 데이터센터에 따라 랙의 방향이 다를 수 있다. 위의 예는 앞서 <그림 9>에서 권장한 방식과 다르지만, 위에서 설명한 공기 흐름 패턴을 보여주기 위해 포함시켰다.

공기 순환 환기구(air return vent)는 더운 공기 통로에서 나온 더운 공기를 최대한 끌어모을 수 있도록 장비의 배기구와 가능한 한 가까운 위치에 둔다. 경우에 따라 더운 공기를 모으기 위해 천장에 드롭 플레넘(dropped-ceiling plenum)이 사용되기도 하는데, 이렇게 하면 순환 환기구를 더운 공기 통로에 배치하기 더 용이해진다. 높고 넓으며 개방된 공기 순환용 천장이 사용되는 경우라면 CRAC 장치의 순환 환기구를 가능한 한 천장 높은 곳에 설치하는 것이 최선의 방법이며, 가능하다면 더운 공기 통로에 순환 환기구가 배열되도록 덕트를 이용해 순환 환기구를 분산시킨다. 더운 공기 통로에 순환 환기구 몇 개만 배열된 단순한 순환 플레넘이라 하더라도 전산실 한 칸에 대형 순환 환기구 하나만 두는 것보다는 낫다.

이중마루나 덕트가 없는 소규모 전산실의 경우에는 종종 구석이나 벽을 따라 상향식(upflow)이나 하향식(downflow) CRAC 장치가 설치된다. 이때에는 차가운 공기를 찬 공기 통로에, 그리고 더운 공기 순환용 환기구를 더운 공기 통로에 맞추어 배열하기 어려우며, 성능도 저하된다. 하지만 이러한 시스템에서도 다음과 같은 방법으로 성능을 향상시킬 수 있다.

- 상향식 장치의 경우 더운 공기 통로의 끝에 가깝도록 장치를 배치하고, CRAC 장치에서 멀리 떨어진 찬 공기 통로에 냉각된 공기가 전달될 수 있도록 덕트를 설치한다.

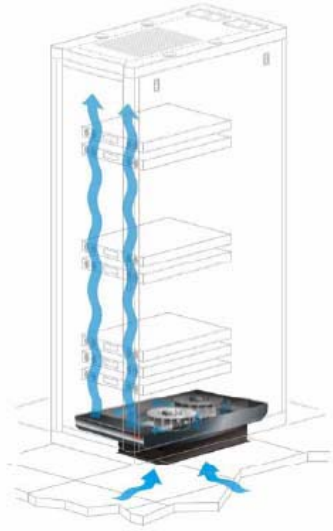
- 하향식 장치의 경우 찬 공기 통로로 공기를 불어 넣을 수 있도록 찬 공기 통로 끝에 장치를 배치하고, 드롭 플레넘 방식 **순환** 환기구나 걸이식 덕트 **순환** 환기구를 더운 공기 통로 위에 추가한다.

급기 및 **순환** 환기구의 위치가 잘못된 사례를 연구한 결과 한 가지 근본적인 원인이 밝혀졌다. 전산실 담당자가 어떤 통로는 덥고 어떤 통로는 서늘한 것이 바람직하지 않다고 여겨서, 이를 바로 잡는다는 생각으로 냉각 공기 급기구를 더운 공기 통로로 옮기고 더운 공기 순환용 환기구를 찬 공기 통로로 옮긴 것이었다. **그러나 이와 같이 더운 공기와 냉각된 공기가 분리되도록 제대로 설계된 데이터센터의 상태를 담당 직원이 결합으로 간주하여 공기가 섞이도록 조치를 취함으로써, 쿨링 시스템의 성능이 저하되고 비용이 증가된다. 더운 공기 통로는 당연히 더운 것이다.**

9. 공기 흐름 보조 장치의 설치

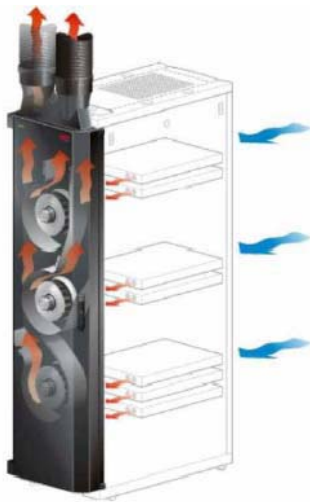
전체적인 평균 쿨링 용량은 적정하지만 고밀도 랙 사용으로 인해 과열점이 생긴 경우, 랙의 냉각 부하를 개선시킬 수 있는 냉각 팬 방식의 장치를 장착함으로써 공기 흐름이 개선되고 쿨링 용량은 랙 당 3 kW 내지 8 kW로 증가될 수 있다. APC의 ADU(Air Distribution Unit)와 같은 장치는 효과적으로 인접 랙으로부터 냉각된 공기를 “빌려온다”(그림 11). 모든 소기(air-scavenging) 장치에서처럼, 주변 공간에서 공기를 가져옴으로써 해당 랙에 과열이 발생하지 않도록 주의를 기울여 장치의 위치를 정해야 한다. 정전 시 열로 인해 장비의 가동이 중단되는 것을 막기 위해 보조 장치 전원에는 UPS를 이용한다. 고밀도 환경에서는 보조 장치가 예비 발전기를 가동시키는 동안 열로 인한 과부하가 발생할 수 있기 때문이다.

<그림 11> 랙 장착형 덕트식 급기 장치



APC의 ADU와 같은 팬 트레이 장치는 랙 하단의 U 공간에 장착되며, 공기 흐름이 전면 도어와 서버 사이에서 수직으로 흐르도록 하여 냉각 공기 “커튼”이 형성되도록 한다. 이처럼 새롭게 형성된 플레넘의 무결성을 위해 블랭킹 패널(앞서 기술한 3단계 참조)을 사용한다.

<그림 12> 랙 장착형 덕트식 공기 순환 장치

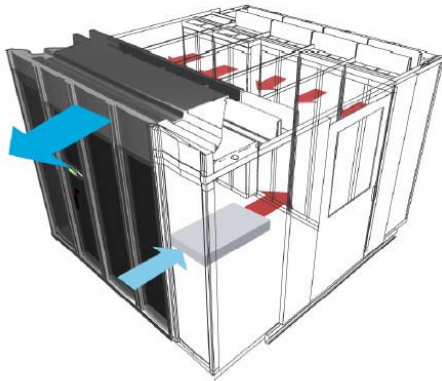


고밀도 환경에서는 캐비닛 후면 도어를 제거하고 APC의 ARU(Air Removal Unit)와 같은 공기 이동 장치로 교체할 수 있다. 순환 공기 플레넘까지 덕트가 연결된 경우, 통상 더운 공기 통로로 배출되던 더운 배출 공기를 모아 위로 끌어올려준다. 그 결과 랙 내부에서의 재순환이 방지되고 CRAC 장치의 효율과 용량도 증대된다. 블랭킹 패널과 랙 측면 패널도 반드시 함께 사용하도록 한다.

10. 독립형 고밀도 장치의 설치

랙에 대한 전력 및 쿨링 요구사항이 8 kW 이상으로 높아짐에 따라, 바닥의 통기 구멍에서 나오는 공기 흐름만으로는 모든 서버 공기 흡입구에 냉각된 공기를 일정하게 공급하기가 점점 어려워지고 있다. **과도한** 고밀도 환경(랙 당 8 kW 이상)에서는 상단이나 하단으로부터 냉각된 공기를 공급하는 것이 아니라 랙의 각 높이마다 공기를 직접 공급하여 랙의 각 높이에서 온도가 일정해지도록 한다. 이를 충족시키는 독립형 고밀도 쿨링 시스템은 다른 랙이나 기존 쿨링 시스템에는 영향을 주지 않고 데이터센터에 설치할 수 있도록 설계된다. 이러한 독립형 시스템은 온도 면에서 “실내 중립적(room neutral)”이어서 실내의 냉각된 공기를 끌어들이어 같은 온도로 다시 실내로 배출하거나, 밀폐된 캐비닛 내부에서 자체 공기 흐름을 이용하게 된다. <그림 13>과 <그림 14>는 이러한 고밀도 쿨링 시스템의 예를 보여주고 있다.

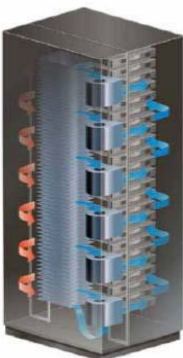
<그림 13> 통합형 랙 쿨링 시스템(다중 랙)



앞서 말한 ADU 및 ARU와 같은 공기 이동 장치를 사용하여 고밀도 쿨링이 가능하며, 통합형 랙 쿨링 시스템에서 전원 및 쿨링 인프라(배전, 차단기, 천장 데이터 케이블, UPS 및 쿨링) 모두를 이용할 수 있다. 서버(랙 당 최대

20 kW)에서 나오는 더운 공기는 밀폐된 더운 공기 통로로 배출된 다음, 냉각 장치로 빨려 들어가 실온 상태인 실내로 다시 배출된다.

<그림 14> 통합형 랙 냉각 시스템(단일 랙)



랙 당 15 kW 고밀도 부하에 대해, APC는 ACS(Autonomous Cabinet System)라는 또 다른 방법을 사용한다. ACS는 상자 하나에 데이터센터 전체가 들어있다고 보면 되며, 과도한 고밀도 부하 환경에 필요한 쿨링, 전원, 화재 및 보안 시스템이 통합되어 있다. 쿨링 장치가 인클로저(enclosure)에 수용되기 때문에 랙 기반 장비에 냉각 공기 공급 시 효과가 극대화된다. 더운 공기는 전체 냉각 장치에서 재순환되며 캐비닛을 벗어나지 않는다.

결론

블레이드 서버 설치에 적용되는 최신 기술에는 여러 가지 장점이 있다. 그러나 최대한 밀집시켜 구축된 경우, 기존의 서버보다 랙 당 전력을 2배 내지 5배까지 소비하며, 사전에 쿨링 전략을 수립해 두지 않으면 열로 인한 장비의 가동 중단이 발생하기 쉽다. 장비 전체의 장애나 원인을 알 수 없는 속도 저하 또는 장비의 수명 단축을 피하기 위해, 쿨링 장비가 설계상의 용량, 효율, 이중화 범위 내에서 작동되도록 정기적인 자체 검사 체계를 확립하는 것이 대단히 중요해지고 있다. 이 글에서 논한 각 단계는 현재 지원하고 있는 비즈니스 프로세스의 유지와 향후 문제 예방을 위해 데이터센터가 최대 효율에서 지속적으로 운영되도록 하는 데에 도움이 될 것이다.

1단계에서 8단계까지의 지침은 통상의 데이터센터가 본래의 설계 한계 내에서 운영되는 데에 도움을 준다. 9단계 및 10단계에서는 대대적인 재설계나 시공 없이도 고밀도 서버 애플리케이션을 처리할 독립형 쿨링 솔루션을 설치함으로써, 통상의 데이터센터가 실제 설계 한계를 넘어 효과적으로 운영될 수 있는 방법을 제안하고 있다.

Peter Hannaford는 APC의 EMEA 지역부문 제품 마케팅 이사이자, BCMI(British Chartered Management Institute) 및 BIOD(British Institute of Directors)의 회원이며, 전세계 수많은 데이터센터의 설계 및 시공에 참여해오고 있다.

1 공기 분배 아키텍처에 대한 자세한 내용은 APC 백서 #55, “중요 설비를 위한 공기 분배 아키텍처(Air Distribution Architectures for Mission-Critical Facilities)” 참조.

2. www.upsite.com

3 HP Proliant DL360 Generation 3 서버 설치 설명서, www.hp.com

4 APC 연구실 실험- APC 백서#44, “ 블랭킹 패널을 이용한 랙 쿨링 성능 향상”