

특집
06

공공부문의 그린 데이터센터 구현 방안에 관한 연구

목 차

1. 서 론
2. IT장비에 대한 에너지 효율화 방안
3. 데이터센터의 냉각효율 방안
4. 데이터센터 전력시스템의 효율 향상 방안
5. 결 론

이상학 · 문성준 · 김진환 · 신상용
서용원 · 최영진

(한국정보화진흥원 · 한국IBM · 중앙대학교 · 을지대학교)

1. 서 론

IT로 인해 발생하는 이산화탄소의 양은 전세계 이산화탄소 배출량의 2%에 불과하다. 그럼에도 불구하고 친환경적인 그린 IT가 IT의 새로운 패러다임으로 대두된 이유는 디지털 기기의 컨버전스와 인터넷 비즈니스 환경의 확대로 인해 IT의 에너지 소비량이 급증하고 있기에 이에 대한 대책이 시급하기 때문이다. AMD의 2007년 연구결과[1]에 의하면 IT가 소비하는 전력량은 2000년 이후 매 5년마다 두 배로 증가하였고 이런 추세는 별다른 대책이 없을 경우 심화될 것이라 한다.

특히 서버, 스토리지 및 네트워크 장비들을 직접 운용하는 데이터센터는 '전기 먹는 하마'로 불릴 정도로 전력소비량이 많은 곳으로 그린IT를 실현하는 데 있어 우선적인 고려대상이다. 데이터센터의 에너지 효율을 높이기 위해서는 설계단계에서부터 그린화 방안이 고려되어야 한다. 또한 데이터센터가 구축된 이후에도 IT장비뿐만 아니라 냉각 및 전력 설비 등의 각 부분별로 에너지 소비량을 지속적으로 관리하여야 한다.

본고에서는 그린 데이터센터를 구현하기 위한 방안을 제시하고자 한다. 본고에서는 설계 및 구축단계에서의 고려사항을 대상으로 한다. 이는 구축 이후의 관리도 중요하지만 초기 설계와 구축단계에서 필요한 방안과 기술들이 제대로 적용되지 않을 경우 데이터센터의 수명주기 동안 에너지 절감의 효과를 얻기가 어렵기 때문에 설계 및 구축 시점의 고려가 더 높은 우선순위를 가지기 때문이다.

데이터센터는 크게 IT장비와 이를 안정적으로 운용하기 위한 기반설비로 구성된다. 따라서, 본고에서도 데이터센터의 그린화를 위한 방안을 IT장비, 냉각시스템 및 전력시스템으로 구분하여 각 부분별로 에너지 효율을 높이기 위한 방안과 기술들을 정리하고자 한다.

본고는 다음과 같이 구성되어 있다. 제1절에서는 연구의 목적과 필요성을 간략히 기술하였다. 제2절에서 제4절까지는 그린화를 위한 에너지 효율 향상 방안을 IT장비, 냉각시스템, 전력시스템으로 나누어 각각 기술하였으며, 마지막으로 제5절에서 연구내용의 요약 및 기대효과에 대해 기술하였다.

〈표 1〉 투자 대비 전력 절감효과 비교[2]

| 구분 | 절감비용 | 절감내용 |
|-----------------|--------|---|
| 적정 수준의 기반시설 유지 | 10~30% | 전력공급 및 냉각 시설을 모듈화하여 확장 가능한 아키텍처로 설계함. 절감효과는 전력 및 냉각 시스템 이중화보다 더 큼 |
| 서버 가상화 | 10~40% | ·단순히 물리적 인프라의 기술적 변화를 뛰어넘는 혁신적인 영향력을 가짐. 내용으로 는 좀 더 적은 수의 서버로 애플리케이션과 같은 업무들을 통합함. |
| 효율적인 냉각시스템 아키텍처 | 7~15% | ·열 배열방식의 냉각은 고밀도 환경에서 더 높은 효율성을 나타냄(APC White paper #130) 냉각 공급 통로가 짧아질수록 더 적은 전력이 소모됨. |
| 공조기의 최적운영조건 | 4~15% | ·많은 공조기들의 최적의 운영옵션을 제공함. 이것은 위치에 따라 잠재적인 절감효과 를 얻을 수 있음. |

2. IT장비에 대한 에너지 효율화 방안

데이터센터에는 서버, 스토리지 및 네트워크와 같은 다양한 IT장비들이 설치되어 운용되고 있다. IT장비는 데이터센터마다 약간의 차이는 있으나 데이터센터에서 사용하는 전체 에너지 소비량의 약 50% 이상을 차지한다. 데이터센터의 기반시설인 전력과 냉각설비의 에너지 효율화도 중요하지만 무엇보다도 IT장비의 에너지 효율화가 중요한 이유는 다음과 같다.

첫째, 데이터센터의 전력 설비 및 냉각 시설은 모두 IT장비가 필요로 하는 에너지를 공급하거나 IT장비에서 나오는 발열을 냉각시키기 위한 목적으로 설치된다. 따라서 IT장비가 사용하는 전력사용량은 전력 및 냉각을 위한 설비시설의 규모에 직접적으로 영향을 끼친다.

둘째, IT장비의 에너지 효율은 데이터센터의 기반시설에 비해 낮은 편이다. 플랫폼에 따라 차이는 있겠지만 서버의 평균 사용률이 20%를 넘지 않는다는 것은 에너지 사용량을 줄일 수 있는 여지가 상당히 있다는 것을 의미한다.

이처럼 데이터센터에서 대규모 에너지 소비주체이자 발열의 1차 근원지인 IT장비의 에너지소비와 발열량을 줄여서 최적화하는 것은 데이터센터의 에너지 효율 향상에 직접적인 개선효과를 가져다 준다. 실제로 2006년 데이터센터 진단 전문기관인 APC에서 발행한 기술 백서[2]에 의하면 동일한 비용으로 투자를 했을 경우 가장 효

과가 높은 부분은 가상화 기술을 통해 서버를 통합했을 때이며, 이 경우 데이터센터의 에너지 사용량을 최대 40%까지 절감할 수 있다고 한다. 또한 2008년 Morgan Stanley에서 발간한 자료 [3]에 의하면 차세대 데이터센터의 혁신 모델을 위해서 반드시 필요한 요건은 시스템 레벨의 가상화(Virtualization)라고 한다. 위의 〈표 1〉은 데이터센터의 에너지 절감을 위한 투자영역별로 전력 절감효과를 비교하여 나타내고 있다.

이와 같이 에너지 절감 효과가 큰 IT장비의 에너지 효율화를 위해서는 개별장비 자체의 에너지효율성을 증대시키는 것과 개별장비들이 소비하는 에너지의 총량을 감소시키는 두 가지 방안이 있으며, 전자는 고효율 IT장비를 생산하여 사용하는 것을 의미하며, 후자는 가상화와 통합을 통해 IT장비의 수량을 줄이는 것을 의미한다. 이 두 가지 방안은 각기 나름대로 의미가 있지만, 현재의 기술 수준에서 달성 가능한 에너지 절감 효과 측면에서 볼 때 후자가 전자보다 훨씬 큰 효과를 기대할 수 있다. 본 절에서는 각각의 방안을 기술한다.

2.1 IT장비의 에너지 효율성 증대

IT장비의 구성 요소 중에 에너지 효율을 높일 수 있는 부분은 CPU, 전원공급기(Power Supply), 냉각팬, 저장장치 등이 있다. 각 구성요소별 절감 방안은 다음의 〈표 2〉와 같다.

<표 2> 구성요소별 에너지 절감방안[4]

| 구분 | 절감 방안 |
|-------|--|
| CPU | 성능이 높은 CPU 사용 (동일한 전력을 사용하면서 높은 성능을 발휘함으로써 단위에너지 효율을 증대시킴) 유휴시간 대에 전력 소모를 최소화하는 기능을 가진 CPU 사용 (AMD의 PowerNow!, Intel의 SpeedStep, IBM의 EnergyScale) CPU의 재질과 냉각방식 변경 (철 대신 구리 재질의 플레이트 사용 및 수냉식 방식의 CPU) 멀티코어 CPU 사용 |
| 전원공급기 | 전원효율이 높은 전원공급기 사용 (ECO's Consulting의 80PLUS 인증마크가 대표적인 전원인증 프로그램) |
| 냉각팬 | 가변속도 방식의 냉각팬 사용 (서버의 발열량에 따라 냉각팬의 속도를 조절) 다수의 소형 냉각팬보다 소수의 대형 냉각팬 사용하도록 디자인 변경 냉각효율을 높이기 위해 장비내의 디자인과 구조를 변경 |
| 저장장치 | 내장디스크 대신 외장 디스크 사용 SSD와 같은 메모리 방식의 디스크 사용 SATA와 같은 고용량 저전력 디스크 사용 |

<표 3> 구성요소별 에너지 절감방안[4]

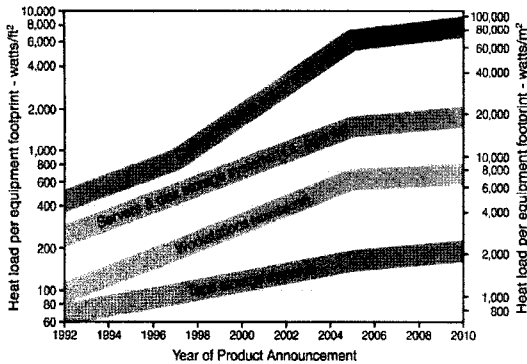
| 구분 | 에너지 효율 방안 |
|------|--|
| 서버 | 서버통합 - 물리적 서버통합 (다수의 소규모 서버를 대형 서버로 통합하여 서버 수를 줄이는 방법) - 가상화 기반의 서버통합 (서버의 CPU자원을 공유하여 필요한 업무에 동적으로 할당하는 방식으로 서버자원을 최대한으로 사용가능함) 컴팩트 서버 아키텍처 - 블레이드 아키텍처 (IT장비의 물리적 자원을 구성하는 서버, 스토리지, 네트워크 및 주변기기를 고집적, 고성능 플랫폼으로 압축하여 설계된 아키텍처) - 모듈형 아키텍처 (단위 서버들 간에 외부케이블을 통해 낮은 용량에서 대용량 서버까지 다양한 용량 구성이 가능한 방식의 아키텍처로 업무에 따라 용량증설이 용이한 아키텍처) |
| 스토리지 | 대용량 스토리지 사용 (많은 수의 소용량 디스크 드라이브에 들어있는 데이터를 적은 수의 대용량 디스크 드라이브로 이전하여 단위 에너지당 저장 용량을 증가) 데이터 중복제거 (데이터 저장 시에 아카이빙, 압축, 중복제거 기술을 이용하여 데이터 용량을 줄이는 방법) .스토리지 썬 프로비저닝 (서버 시스템에서 필요로 하는 용량만큼의 디스크를 할당하는 방법) .스토리지 가상화 (이기종 스토리지를 물리적으로 통합하여 스토리지 활용률을 극대화) .스토리지 계층관리 (데이터의 수명주기를 스토리지 계층관리를 통해 애플리케이션의 서비스 요구사항에 맞추어 적절한 스토리지 자원을 사용하여 데이터 저장 비용을 줄이는 방법) |

2.2 IT장비의 총 에너지 소비량감소

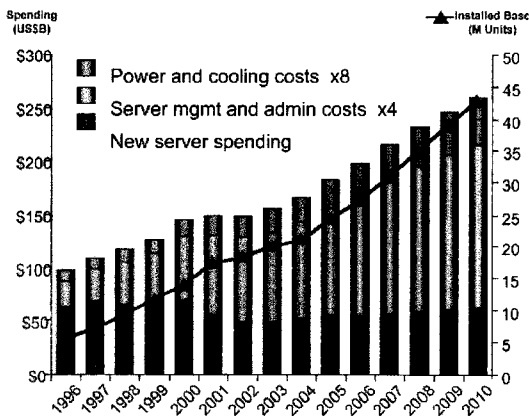
에너지 효율이 높은 IT장비를 사용하더라도 사용률이 낮아 적정수준보다 많은 시스템들을 운용한다면 에너지 효율이 높은 데이터센터가 될 수 없다. 개별 장비의 에너지 효율을 높이는 것도 중요하지만 시스템 통합을 통해 장비의 수를 줄여나가는 것이 더 큰 효과를 얻을 수 있다. 서버와 스토리지 별로 에너지를 줄이는 방안을 <표 3>에서 정리하여 나타내었다.

3. 데이터센터의 냉각효율 방안

전기를 사용하는 데이터센터 내의 모든 장비들은 기본적으로 열을 발생하여 팬을 통해 외부로 배출한다. 그러므로 IT장비들이 운영되는 데 있어 최적의 환경인 적정 온·습도를 유지하기 위해서는 강제적으로 열을 배출하고 습도를 공급하거나 제거하는 공조시설이 필요하다. 특히 IT 장비들이 성능이 향상되고 고집적화 됨에 따라 단위면적당 열발생량은 (그림 1)에서 나타난 바와 같이 지속적으로 증가하고 있는 추세이다.



(그림 1) 랙별 발열 밀도[5]



(그림 2) 서버 구매비용 대비 전력 및 냉각비용 추세[6]

이에 따라 (그림 2)에 나타난 바와 같이 데이터센터에서의 운영비용 중에 냉각비용의 비중도 따라서 높아지고 있으므로 공조시스템의 효율적인 설계와 운영은 그린 데이터센터 구현을 위해 필수적이라고 할 수 있다. 본 절에서는 데이터센터 전체 및 전산실의 공조시스템 설계시의 고려사항과 에너지 효율을 높이기 위한 공조기술에 대해 정리하여 나타내었다.

3.1 데이터센터 공조시스템 설계

데이터센터의 공조시스템을 설계할 때는 반드시 가용성과 에너지 효율성을 모두 추구하여야 한다. 과거에는 가용성을 지나치게 고려하여 냉각용량을 과도하게 산정하는 경우가 많았지만 에

너지 효율을 감안하여 적절한 가용성에 바탕을 두고 공조시스템을 설계하는 것이 바람직하다.

데이터센터의 냉각시스템은 데이터센터에서 발생하는 열을 데이터센터의 외부로 내보내는 항온항습기 구동방식과 데이터센터 내에서 항온항습기로부터 공급되는 냉기가 IT장비까지 전달되는 전산실 냉각방식이 포함된다. 이 두 가지 방식을 데이터센터의 규모와 장비의 특성을 고려하여 적절히 구성하여야 에너지 효율이 높은 데이터센터를 구축할 수 있다.

데이터센터용의 항온항습기를 구동시키는 방법으로 현재 우리나라에서 사용하고 있는 대표적인 방법으로는 공냉식, 수냉식, 냉수식 등이 있다. 각각의 원리와 특징, 장단점을 비교하여 각각의 환경에서 최적의 성능과 최저 비용으로 운영할 수 있는 방법을 다음에서 정리하여 나타내었다.

3.1.1 공냉식 시스템

공냉식 시스템은 규모가 작은 데이터센터에 가장 많이 사용된다. 대기중의 공기를 이용하여 냉매를 응축하는 방식으로 응축기는 실외에 설치하여 외기와 열교환이 이루어지도록 하여야 하며, 공기의 순환방식에 따라 자연대류식과 강제대류식을 같이 겸하도록 설치된다. (그림 3)은 공냉식 시스템의 구성도를 나타내고 있다.

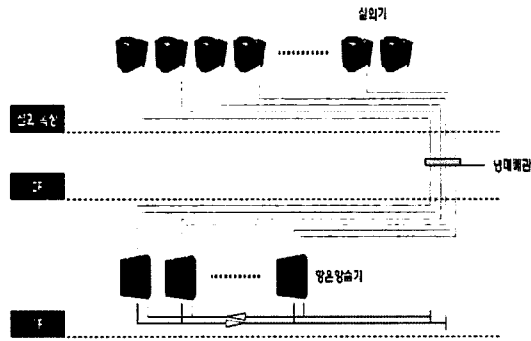
이 시스템은 초기 설치비용이 적게 들며, 용량을 초과하는 경우 증설이 용이한 장점이 있다. 그러나 실외기가 설치된 외부의 온도조건에 따라 냉각효율이 떨어지며 냉매 배관의 거리에 제한을 받는 단점이 있다.

3.1.2 수냉식 시스템

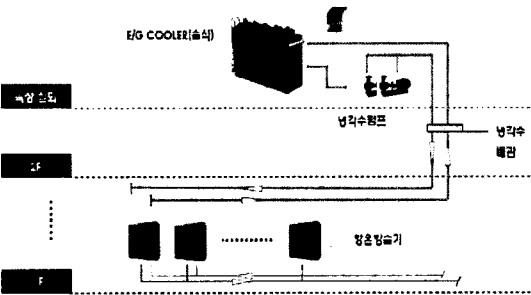
물을 이용하여 냉매를 응축하는 방식으로 냉동사이클은 항온항습기 실내기 내부에 갖추어지며, 냉각수 배관설비를 사용하여 항온항습기에 냉각수를 공급하여 수냉식 응축기에서 냉매를 응축한다. 냉각수의 매체(물 또는 글리콜)에 따

라 공급되는 유량에 차이가 있으나 방식은 동일하다. (그림 4)는 수냉식 시스템의 구성도를 나타내고 있다.

수냉식 시스템은 외부의 온도가 시스템에 끼치는 영향이 적어 안정적인 운전이 가능하고 배관거리에 제한을 받지 않으며 수리 및 점검이 용이하다. 그러나 배관을 이중화하지 않는 경우 장애 발생 시에 전체 시스템에 미치는 영향이 크며 배관, 냉각탑, 펌프 등의 설비가 필요하므로 공냉식에 비해 초기 투자비용이 많이 들며 수질관리, 배관 청도 등의 유지보수비용이 추가된다. 고가용성을 요구하는 중간 규모의 데이터센터에 많이 사용된다.



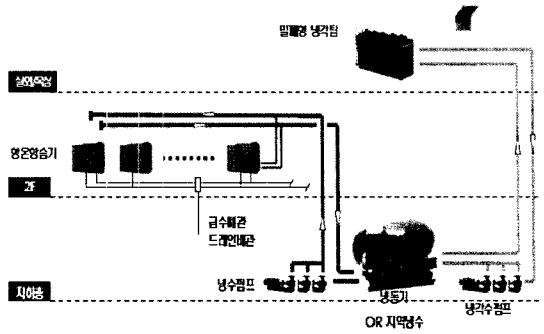
(그림 3) 공냉식 시스템 구성도[7]



(그림 4) 수냉식 시스템 구성도[7]

3.1.3 중앙 냉수식 시스템

항온항습기 실내기 내부에는 냉동 사이클 없이 지역에서 공급되는 냉수 또는 중앙공급식 냉동기에서 제공되는 냉수(5°C or 7°C)를 받아 실내 공기와 열 교환기를 거쳐 냉방 하는 방식이



(그림 5) 수냉식 시스템 구성도[7]

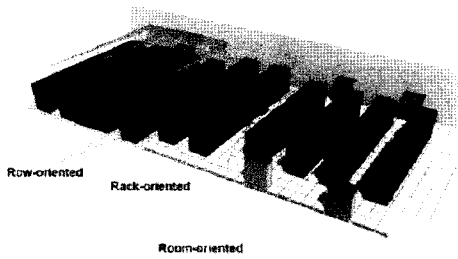
다. (그림 5)는 수냉식 시스템의 구성도를 나타내고 있다.

이 방식은 외기조건 변화에 거의 영향을 받지 않아 신뢰도가 높고 운전자에 의해 정밀제어 운전이 가능하다. 이 시스템 역시 배관을 이중화하지 않는 경우 장애 발생 시에 전체 시스템에 미치는 영향이 크다. 대규모 시설에 적용 시 냉각비용이 다른 시스템과 비교할 때 가장 적지만 배관, 냉각탑, 펌프 등의 설비가 필요하므로 다른 방식에 비해 초기 구축비용은 가장 높다. 고가용성이 요구되고 IT장비의 전력밀도가 높은 대규모 데이터센터에 적합한 방식이다.

3.2 전산실 공조시스템 설계

항온항습기 구동방식이 데이터센터 차원에서 공조시스템이라면 전산실 내에서 항온항습기로부터 공급되는 냉기가 IT장비의 발열을 효과적으로 제거하는 것이 전산실 공조시스템 설계에 해당된다. 전산실 냉각방식은 크게 서버룸 냉각방식과 지역냉각방식으로 분류할 수 있다. 지역냉각방식은 다시 열 냉각방식(Row-oriented cooling)과 랙 냉각방식(Rack-oriented cooling)으로 구분해 볼 수 있다. (그림 6)은 각 방식의 구분을 도식화하여 나타내고 있다.

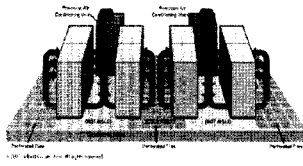

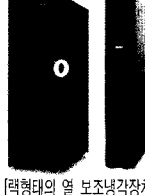
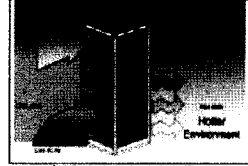
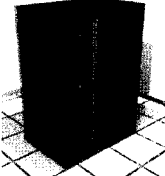
일반적인 서버룸 냉각방식은 서버룸 내를 평균적인 발열량을 기준으로 균일하게 냉각하는 것으로 미국냉난방공조협회(ASHRAE TC9.9)에서



(그림 6) 전력밀도에 따른 냉각방식

정의한 온도 기준을 충족하면서 효율적인 공조를 위해서는 열복도-냉복도 방식이 바람직하다[8]. 그러나 전력밀도가 높은 장비들과 낮은 장비들이 데이터센터 내에 별도의 대책 없이 혼재해 있을 경우 국지열(hot spot)이 발생한다. 가장 보편화된 서버룸 냉각방식(Room-oriented Cooling)은 냉각능력이 랙당 3kW 이하

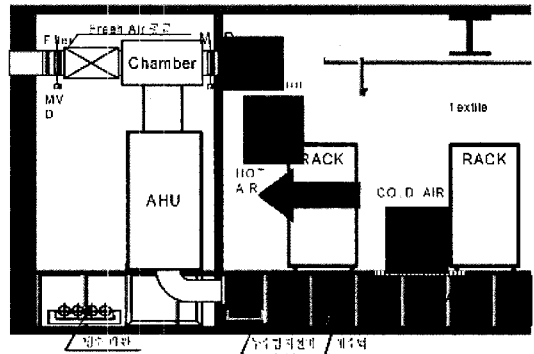
<표 4> 전력밀도에 따른 냉각방식 특징 및 대상

| 냉각방식 | 냉각방식에 대한 특징 | 냉각장치의 종류 | 대상 |
|-------------------------------------|--|---|----------------------|
| 서버룸 냉각방식 (Room-oriented Cooling) | 여러 대의 환온환습기가 데이터센터에 찬공기를 공급하고 더운공기를 반환시키는 하부급기 상부배기의 형태로 구성된다. 저밀도의 서버랙을 많이 보유하고 있는 대형 데이터센터에 효과적이다. 그러나 이 방식은 천정높이, 데이터센터의 모양, 이중마루 상부와 하부의 장애물, 랙배치, 환온환습기 위치와 같은 특성에 의해 크게 영향을 받으며 부분적으로 발생하는 국지열에 대한 대응이 용이하지 않아 열 냉각방식 혹은 랙 냉각방식을 병행해서 사용하는 경우가 많다. |  | 저밀도 서버 (랙당 1~3kW) |
| 열 냉각방식 (Row-oriented Cooling) | 열 냉각방식은 서버룸 냉각방식에 비해 급배기 경로가 짧고, 급기구와 배기구가 명확하기 때문에 초기 설계 단계에서 계획된 환온환습기의 냉각용량을 충분히 활용할 수 있으므로 상황에 맞는 유연한 냉각능력을 발휘할 수 있다. 랙상부를 직접 냉각시키는 상부냉각방식, 랙형태의 냉각장치를 고밀도 랙 주위에 설치하는 랙형태의 열 보조냉각방식과 랙후면에 자동처의 라디에이터와 유사한 문을 설치하여 냉수를 통과시켜 냉각하는 랙후면 수냉식 냉각장치가 있다. |  [상부냉각장치]  [랙형태의 열 보조냉각장치]  [랙후면 수냉식 냉각장치] | 고밀도 서버 (랙당 4~9kW) |
| 랙 냉각방식 (Rack-oriented Cooling) | 랙당 10kW 이상의 냉각능력을 요구하는 경우 다른 장비에 까지는 영향을 최소화하기 위해 밀폐시켜 격리하는 방식으로 최대 50kW까지 가능하다. 그러나 환온환습기가 랙마다 설치되기 때문에 환온환습기 설치와 배관을 위한 공간이 다른 방식보다 많이 필요하다. |  [밀폐형 랙냉각장치] | 초고밀도 서버 (랙당 10kW 이상) |

로 설계된 경우가 많기 때문에 3kW를 초과하는 전산장비가 설치되면 주변의 온도가 다른 곳보다 높아져 향온항습기의 설정온도를 낮추거나 향온항습기를 추가로 설치하여야 한다. 그러나 이러한 경우 국지열은 해소되겠지만 주변의 온도가 필요 이상으로 낮아져 냉방비용이 올라가므로 랙당 전력밀도에 따라 적절한 보조냉각방식을 적용하는 것이 냉방효율을 높이는데 효과적이다. 다음의 표 4는 전력밀도에 따라 냉각방식의 구분 및 각 방식의 특성을 정리하여 나타내고 있다.

3.3 에너지 효율을 위한 공조 기술

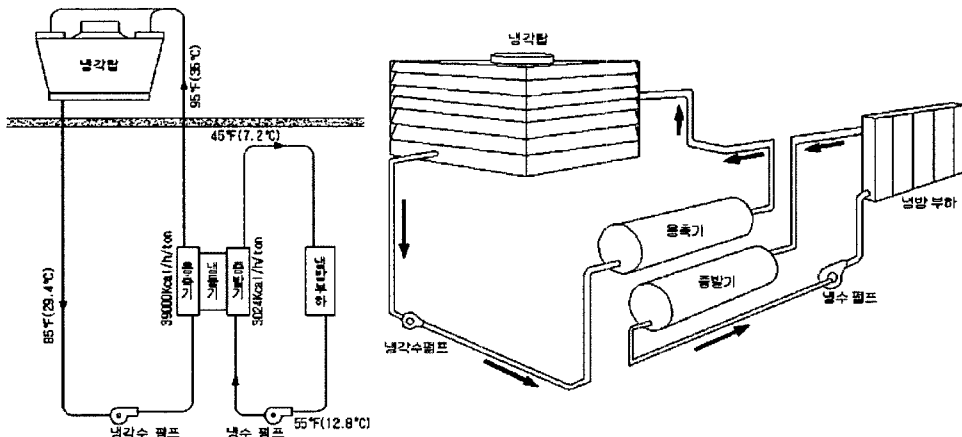
데이터센터의 에너지 효율을 높이기 위해 새로운 공조 기술들이 개발되고 있다. 발열량이 다른 IT장비에 적절한 양의 냉기를 공급하기 위해 기기의 배치 방식을 서로 마주보고 배치하거나 이중마루 다공판의 개구율을 다르게 배치하기도 한다. 이외에도 향온항습기 혹은 냉동기의 가동을 줄이기 위한 방안들로 외부의 차가운 공기를 이용하는 방식과 전력수효가 높지 않은 심야에 냉동기를 가동하여 수축열조에 냉수로 보관하여 주간에 이용하는 축열 시스템이 대표적인 기술이다.



(그림 7) 외기도입 냉각장치

3.3.1 외기냉각시스템

외기냉각시스템은 간절기, 동절기에 실외의 찬공기(약 15°C 이하)를 유입해 실내의 공기를 식혀 순환시키는 방식이다. 외기공급을 위해 필터에서 걸러진 외기가 향온항습기를 거쳐서 공급되도록 구성하고, 내·외기 조건을 감안하여 개폐를 조절할 수 있도록 되어 있다(그림 7 참조). 이 시스템은 압축기의 가동시간을 줄여 냉각에너지를 절약할 수 있지만 외부의 공기상태에 대한 문제와 습도 조절, 시공에 따라 경제성이 떨어질 수도 있으므로 충분히 검토한 후 적용해야 한다.



(그림 8) 외기냉수냉각시스템 방식

3.3.2 외기냉수냉각시스템

외기냉수냉각시스템은 외기온도가 약 7℃ 이하로 유지되는 간절기나 동절기에 냉동기(chiller) 대신 냉각탑에서 냉수를 외기와 열교환시켜 냉수를 공급하여 냉동기의 가동을 최소화하는 방식이다(그림 8). 외기냉각시스템이 전열(현열+잠열)을 이용하는데 비해 이 시스템은 주로 현열을 이용하므로 습도 조절에 대한 문제가 없고 외부공기 도입에 따른 공기 여과가 필요 없는 장점이 있으나 외기냉각에 비해 설치비가 많이 들고 이용기간이 짧은 단점이 있다.

3.3.3 축열시스템

데이터센터에서 축열시스템의 주된 기능은 냉공기의 백업기능과 피크부하를 줄이는 용도로 사용되며 방식에 따라 심야에 냉동기를 가동하여 수축열조에 냉수로 저장하여 주간에 사용하는 수축열시스템과 야간에 얼음을 생성해 저장했다가 주간에 얼음을 녹여 냉각에 이용하는 빙축열시스템이 대표적으로 많이 사용되고 있다.

4. 데이터센터 전력시스템의 효율 향상 방안

데이터센터를 구축할 경우 가장 안정적으로 설계해야 하는 부분은 전기설비이다. 전산장비와 기반설비에 전력을 공급하여야 하기 때문에 높은 가용성과 안정이 있어야 하지만 효율성 측면과는 배타적인 성향을 보이기도 한다. 전산운영의 가용성을 높이기 위해서는 당연히 구축되어야 하지만 과도하게 산정된 설비로 인해 에너지 사용량이 많이 소모되는 결과를 가져올 수 있기 때문이다. 따라서 데이터센터의 가용성과 안정성을 확보하면서 에너지 사용량을 줄일 수 있는 환경친화적이고 효율이 높은 장비로 설계하는 것이 바람직한 방향이다.

본 절에서는 데이터센터의 전기설비에 대해 구성요소별로 에너지 효율을 높이기 위한 방안

을 기술하고, 전력설비 설계 시 단계적 증설을 고려한 방안에 대해 고찰하였다.

4.1 구성요소별 에너지 효율화 방안

4.1.1 수배전 및 변전 시스템

수배전/변전 시스템의 구성 중에서 1-step /2-step 방식의 선정은 데이터센터의 특성에 따라 달리할 수 있다. 단 변압기의 무부하 손실을 줄이기 위해서는 1-step 직강하 방식을 권장한다. 그러나 반드시 모든 단계(특고압/고압 및 저압)의 구성을 이중화로 해야 하는 것은 아니며, 구성을 공통구성으로 할 수도 있다. 과도한 이중화 구성으로 인한 투자비 과다 지출과 전력 소모량이 증가함은 바람직하지 않기 때문이다.

4.1.2 UPS/배터리 시스템

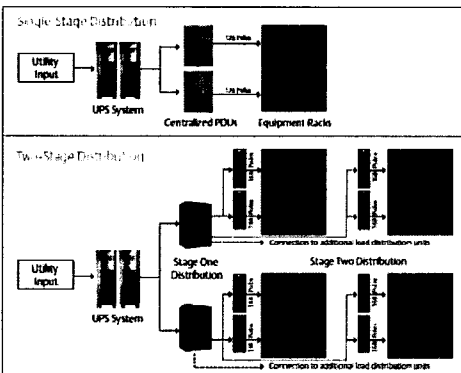
UPS와 배터리는 정전 시 비상발전기가 정상으로 구동하기 전에 IT장비들을 운용할 수 있도록 전원공급을 한다. 그러나 구성 방식과 배터리 백업시간은 업무의 특성과 중요도를 충분히 고려하여 안정적인 전원공급과 경제성을 모두 만족시킬 수 있는 한도 내에서 결정해야 한다. UPS의 방식은 Off-line, Line-interactive 및 On-line 방식으로 구분되며, 운전방식으로 Static과 Dynamic, Conversion 방식에 따라 Double conversion 및 Delta conversion으로 구분된다. 또한 배터리의 방식은 연축전지, 니켈-수소, 리튬 등으로 구분되며, 배터리의 백업타입은 단지 해당 데이터센터의 가용성 확보 차원에서 백업 시간을 30분 이상으로 늘리는 것은 불필요하다. 따라서 현장상황에 따라 15분에서 20분 정도로 설계하는 것이 바람직하다. 그린 데이터센터 관점에서 UPS와 배터리를 선정할 때 아래 사항을 참고하여야 한다.

- 이중화 구성으로 가용성과 안정성을 높여야 한다. 과도한 용량은 비용이 많이 들고 에너지 사용량이 많다. 증설 계획에 의한 적절한 용량

선정이 필요하다.

- 제품의 구성사상은 Delta conversion 방식이 에너지 효율이 높다.
- 고조파를 제거할 수 있는 제품이어야 한다.
- 입력 역률(PF) 0.85 이상의 제품으로 선정한다.
- 94% 이상의 효율을 갖는 제품으로 선정한다.
- 배터리는 친환경 제품(유해물질 및 중금속 함유)으로 선정한다.
- 가급적 자가 방전이 적으며, 충전전력을 적게 소모하는 제품으로 선정한다.

4.1.3 분전반



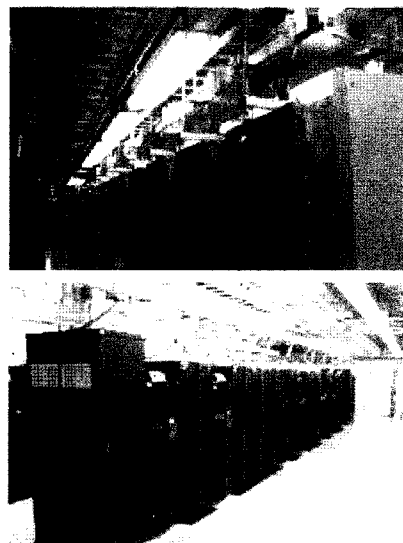
(그림 9) 분전반 구성 방안

현재까지 대부분 데이터센터의 분전반 설계는 삼상380V를 공급하여 서버 랙에는 삼상380V/단상220V을 공급하게 되어 있다. 이는 상대적으로 서버 랙의 숫자가 적을 경우에는 적절하다. 그러나 최근 서버나 전산장비의 전력 소모량이 많아지고 있는 추세에서는 이러한 방식이 제한적일 수밖에 없다. 따라서 4kW 이하의 전력량을 갖는 서버 랙에는 각각의 랙에 단상 전원을 공급하고(Single Stage Distribution) 4kW 이상일 경우에는 계량이 가능한 랙 타입 분전반에 삼상 전원을 직접 공급하는 것(Two-Stage Distribution)이 보다 효율적이다. 이럴 경우 분전반에서 각각의 서버 랙에 전원을 공급하는 방

식보다 전원 선을 줄일 수 있어서 이중마루 하단의 풍량을 높일 수 있고, 로드 밸런스를 유지하여 고조파를 줄이고 중성선 발열을 줄일 수 있기 때문이다. (그림 9)는 각 방법을 도식화하여 나타내었다.

4.1.4 기타

대부분 데이터센터의 트레이 배치는 이중마루 하단을 이용하고 있다. (그림 10)은 데이터센터의 일반적인 트레이 배치를 나타내고 있으며, 데이터센터의 일반적인 환경(전원 케이블/네트워크 케이블 수량, 이중마루 높이 및 천정 높이 등)에 의해 배치 기준은 달라진다. 이러한 각종 환경 측면을 고려하여 트레이의 배치를 상부/하부 또는 장소를 달리 할 수 있다. 트레이의 재질로는 아연도 제품을 배제한 분체도장 방식이나 SUS 재질을 권장하며, 항온항습 냉기의 원활한 공급을 위하여 메쉬(그물)방식의 트레이를 권장한다. 또한 조금이라도 전력량을 줄이기 위하여 전산기계실 내부의 조명은 가급적 어둡게 하거나 끄도록 하고, 조명기구를 절전형으로 바꾸는 것을 권장한다.



(그림 10) 데이터센터의 트레이 배치

〈표 5〉 구성요소별 단계적 증설 방안

| 구분 | 에너지 효율 방안 |
|---------|--|
| 한전 수전 | 한전 수전은 단계적인 증설이 가능하다. 수전 용량의 한도를 넘어서는 경우에는 별도의 변전소를 세우는 것도 고려할 수 있다. |
| 수변전/배전 | 수전용량의 단계적인 증설계획에 따라 같이 증설할 수 있다 |
| 발전기 | 단계적인 증설이 가능하다. 증설 공간과 냉각방식에 따른 설비 공간, 풍량 확보 등이 중요한 요소이다. |
| UPS/배터리 | 모듈형의 UPS를 우선 고려할 수 있다. 단계적으로 증설이 가능하되, Hot swap 방식(증설 시에 다운타임이 없음)의 장비를 선정해야 한다. 모듈형이 아닌 일반 UPS의 경우에는 증설 공간(배터리 포함)을 미리 확보해야 한다. |
| STS | 단일전원공급(Single Power supply) 장비에 공급한다. 점점 모든 장비가 이중전원공급(Dual Power supply)으로 변경되어 가기 때문에 장비의 증가에 비례하여 STS의 용량이 증가하지 않는다. 이 역시 현 데이터센터의 트렌드 데이터를 참조하는 것이 가장 바람직하다. |
| 분전반 | 전선장비의 증가와 변경에 가장 민감한 것이 바로 분전반이다. 전원용량(특히 UPS), 공간(상면), 항온항습기 풍량 등에 많은 영향을 끼친다. 전선장비를 추가할 경우에 대비해서 분전반의 여유 sub 차단기를 확보해야 하며, sub 분전반을 추가하기 위한 main 분전반의 여유 차단기를 확보해야 한다. 이 경우에도 역시 다운타임이 발생하지 않도록 이중화 설계를 해야 한다. |

4.2 단계적 증설을 고려한 전원설비 설계

데이터센터에서 가장 중요한 설비인 전원부문은 증설을 고려하기가 가장 까다롭기도 하다. 데이터센터에서 사용되는 모든 장비/설비가 전기가 필요하고, 기본적인 전원설비를 갖추고 있어야만 하는 범규의 측면도 고려해야 한다. 따라서 한전으로부터의 수전, 특고압/고압/저압 등으로 이루어지는 수변전/배전 시스템, 발전기, UPS, 분전반 등의 설비 중에서 증설이 가능한 설비에 대한 방법론을 제시한다(표 5 참조).

전원설비의 증설을 위해서는 구체적인 전력용량과 시점을 추정하여 계획해야 한다. 그러기 위해서는 전력소모량 등에 대한 데이터를 정확하게 모니터링 해야 한다. 또한 증설을 위한 공간을 미리 계획해야 하며, 기존 설비들의 다운타임이 생기지 않도록 이중화 설계나 비상 발전기를 활용하는 방안을 세워야 한다.

5. 결론

본고에서는 그린 데이터센터를 구현하기 위한 방안을 설계 및 구축단계에서의 고려사항을 중심으로 하여 고찰하였다. 데이터센터의 구성요소를 크게 IT장비와 이를 안정적으로 운용하기

위한 기반설비로 구분하여 IT장비, 냉각시스템 및 전력시스템의 각 부문별로 구성된다. 따라서, 본고에서도 데이터센터의 에너지 효율 향상을 위한 그린화 방안을 논의하였다.

미래의 데이터센터는 에너지 효율이 높은 그린 데이터센터, 비즈니스 업무에 따라 확장이 자유로운 모듈형 데이터센터와 사람의 개입을 최소화하는 자동화된 데이터센터가 될 것이라고 한다. 그러나 에너지 효율이 높은 데이터센터를 구현하는 기술과 방안들은 모듈형 데이터센터와 자동화된 데이터센터와 무관하지는 않으며 상호 보완적이라 할 수 있다. 따라서 미래지향적 데이터센터의 설계에 있어서도 본고에서 고찰한 그린화 전략이 중요한 고려요소가 될 것이다.

한편, 본 연구에서 살펴본 바와 같이 그린 데이터센터를 구현하기 위한 방안과 기술들은 매우 다양하며 새로운 기술들도 끊임없이 개발되고 있다. 그러나 데이터센터는 IT장비와 기반설비인 공조와 전력시스템이 서로 밀접하게 연결되어 있으므로 그린 데이터센터를 구현하기 위해서는 개별 요소가 아닌 총체적인 시각으로 접근하여야 한다. 즉, 어느 한 요소에 대해 그린 데이터센터 기술을 적용하는 것이 아닌 IT와 기반설비 모두를 아우르는 전략을 수립할 때 그 효과

는 배가될 수 있다. 일례로서, 미국의 환경보호청이 2007년 7월 상원에 보고한 자료[9]에 의하면 IT장비와 기반설비 모두에 에너지 절감 방안을 적용했을 때 최대 55%까지 절감이 가능하다고 분석하고 있다. 특히 에너지 대부분을 수입에 의존하고 있는 우리나라의 실정에서는 그린 데이터센터의 구현이 친환경과 더불어 국가경쟁력 향상에도 기여할 수 있다는 점에서 더욱 중요성을 가진다고 할 수 있으며, 본 연구에서 살펴본 각 영역별의 그린화 방안은 이러한 종합적 전략 수립을 위한 지침으로서 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] Jonathan G. Koomey, Ph.D, "ESTIMATING TOTAL POWER CONSUMPTION BY SERVERS IN THE U.S. AND THE WORLD", 2007 Feb, <http://enterprise.amd.com/us-en/AMD-Business/Technology-Home/Power-Management.aspx>

[2] Neil Rasmussen, "Implementing Energy Efficient Data Centers", APC White paper #114, 2006, http://www.apcmedia.com/salestools/NRAN-6LXSHX_R0_EN.pdf

[3] Morgan Stanley, "Technology Trends", 2008 Jun, <http://www.morganstanley.com/institutional/techresearch/pdfs/TechTrends061208.pdf>

[4] 박현규, 김용주, 신상용, 김진환, 최지혜, 류은경, "그린, 그린IT 그리고 그린데이터센터", 한국경제신문, 2009 Jun

[5] ASHRAE, "Datacom Equipment Power Trends and Cooling Applications", 2005, <http://www.ashrae.com>

[6] Jed Scaramella, "Worldwide Server Power and Cooling Expense 2006-2010 Forecast", IDC Market Analysis #203598, 2006 Sep

[7] 최은철, "향온향습기 기술교육자료", (주)AR, 2007

[8] John Nieman, "Hot Aisle vs. Cold Aisle Containment", APC White paper #135, 2008, http://www.apcmedia.com/salestools/DBOY-7EDLE8_R0_EN.pdf

[9] Environmental Protection Agency, "EPA Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency", 2007 Aug, http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Report_Exec_Summary_Final.pdf

저자약력



이상학

2001년 연세대학교 경영대학원 석사 졸업
 1993년~현재 한국정보화진흥원 수석연구원
 관심분야 : 정보화표준, 그린 IT
 이메일 : lsh@nia.or.kr



문성준

2001년 전남대학교 전산학과 석사 졸업
 2001년~현재 한국정보화진흥원 책임연구원
 관심분야 : 공공정보화, ITSM, 그린 IT
 이메일 : munsj@nia.or.kr



김진환

1990년 고려대학교 금속공학과 학사 졸업
1990년 한국IBM 시스템 서비스사업부 입사
2002년~2007년 유닉스 소프트웨어 지원팀장
2008년~현재 데이터센터 서비스 컨설턴트
이메일 : cskjh@kr.ibm.com



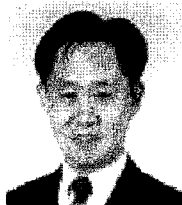
서용원

1994년 서울대학교 산업공학과 (공학사)
1996년 서울대학교 산업공학과 (공학석사)
2001년 서울대학교 산업공학과 (공학박사)
2001년~2003년 한국정보화진흥원(구 한국전산원)
책임연구원
2003년~2009년 단국대학교 경영학부 조교수
2009년~현재 중앙대학교 경영학부 조교수
관심분야 : 공공정보화, SCM, Service Operation
이 메 일 : seoyw@cau.ac.kr



신상웅

1994년 서울대학교 산업공학과 학사 졸업
2000년 서울대학교 환경대학원 수료 (교통관리)
2000년 한국IBM 시스템 사업부 입사
2001년~2002년 신기술 사업 추진단
2003년~현재 통신, 공공사업부 IT 인프라 컨설팅
관심분야 : 그린 IT, 스마트 SOC
이 메 일 : syshin@kr.ibm.com



유희진

1988년 한국외국어대학교 경영정보대학원(경영학석사)
2004년 성균관대학교 경영학과(경영학박사)
2006년~현재 을지대학교 의료경영학과 조교수
관심분야 : IT Governance, 의료정보, SCM
이 메 일 : yuzin@eulji.ac.kr