

작업관리를 이용한 그린 컴퓨팅 설계 및 구축

이영주, 성진우, 장지훈, 박찬열
 한국과학기술정보연구원
 e-mail:yjlee@kisti.re.kr

Green Computing Design and Implementation Using Job Management Scheduling

Young-Joo Lee, Jin-Woo Sung, Ji-Hoon Jang, Chan-Yeol Park
 Korea Institute of Science Technology Information

요 약

이제는 하나뿐인 지구를 지키고 살리는 녹색혁명의 시대에 살고 있다. 이에 따라 컴퓨팅의 환경도 그린 컴퓨팅 환경으로 바뀌어지고 있다. 그린 컴퓨팅은 컴퓨팅 작업에 소모되는 에너지를 줄여보자는 것으로서 컴퓨터에 대한 전력을 절감함으로써 에너지 비용 절감, 저탄소 환경으로 구성하는 것이다. 그린 컴퓨팅은 녹색 ICT(Information & Communication Technology)의 일환으로, 컴퓨터 자체를 움직이는 여러 에너지들 뿐만 아니라 컴퓨터의 냉각과 구동 및 주변기가들을 작동시키는데 소모되는 전력 등을 줄이기 위해서 CPU나 GPU 등 각종 프로세서들의 재설계, 대체에너지 등을 활용하는 방안 등 탄소배출을 최소화시키는 등의 환경을 보호하는 개념의 컴퓨팅이다.

Christian Belady 2007년 2월, Electronics Cooling Magazine의 통계에 의하면 2001년에는 인프라 비용과 전력 비용의 합이 서버의 가격과 같았고, 2004년에는 인프라 비용이 서버 비용과 같아졌다. 그런데, 2008년에는 에너지 비용 하나만으로도 서버 비용과 같아졌다는 것을 알 수 있습니다.

이제 그린 IT, 그린 컴퓨팅은 하면 좋고, 안하고 말고가 아닌 하지 않으면 생존할 수 없는 필수적인 것으로 되어가고 있다.

본 논문에서는 KISTI 슈퍼컴퓨터에서의 그린 컴퓨팅을 구현하기 위하여 먼저 이를 적용하기 위한 서버 시스템을 설계 구축하고 각각의 프로그램을 개발하여 테스트하였다.

1. 서론

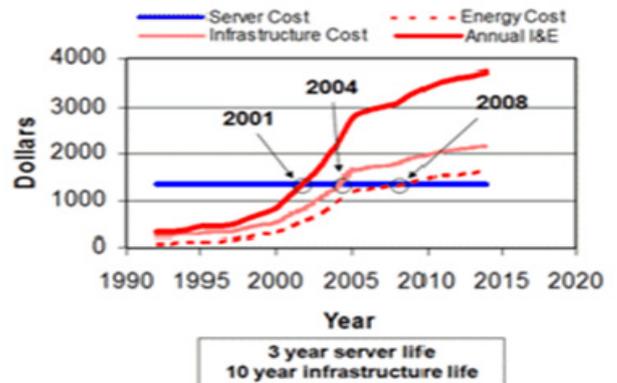
요즘 에너지 환경문제가 전 지구적 당면 과제로 부상하여 전세계적으로 Green이 이슈화되고 산업에도 그대로 이어져 정부에서도 그 어느 때보다 에너지 효율 개선에 더 많은 관심을 가지고 있으며 저탄소 녹색성장 전략을 통해서 대응하고 있다.

계산부분이 많은 영역을 차지하고 있는 KISTI 슈퍼컴퓨터 센터의 전력소비도 해외 데이터센터의 전력소비와 크게 다르지 않으며 서버(슈퍼컴퓨터)와 쿨링이 전체 전력소비의 90%이상을 차지하며, 해외의 경우와 유사하게 전체 전력소비의 대부분을 차지하고 있다.

해외 데이터센터의 전력소비 분석자료나 KISTI 슈퍼컴퓨터 센터의 전력소비 분석자료를 보면 서로 비슷한 에너지 사용 패턴을 가지며 이는 서버와 쿨링이 전체 전력소비의 대부분을 차지하고 있다. 에너지 효율화를 하기 위한 노력은 서버와 쿨링에서 다른 부분보다 많이 이루어져야 한다는 것을 알 수 있다.

슈퍼컴퓨터의 슈퍼컴퓨터는 서버, 스토리지, 네트워크와 같이 3가지로 구분할 수 있으며 데이터센터의 전력소비를 분석한 자료를 보면 서버부분이 대부분을 차지하는 것을 알 수 있다.

Annual Amortized Costs in the Data Center for a 1U Server



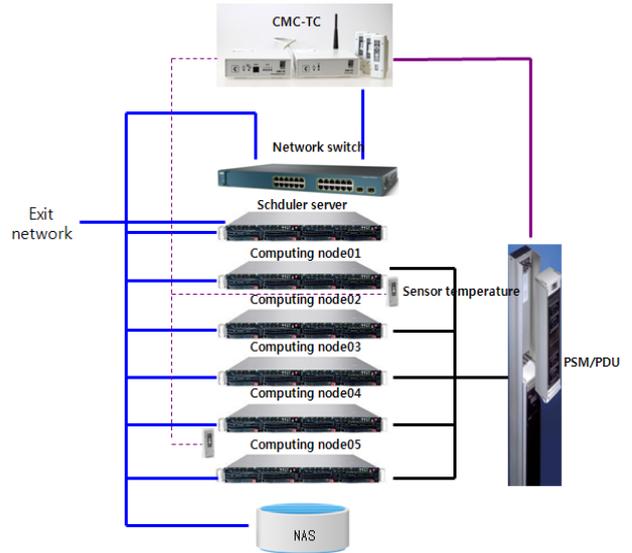
2. 데이터센터 에너지 사용 분석

데이터센터 통계를 보면 2004년부터 에너지의 비용이 컴퓨터 서버의 가격보다 더 높아진다는 것을 알 수 있다.

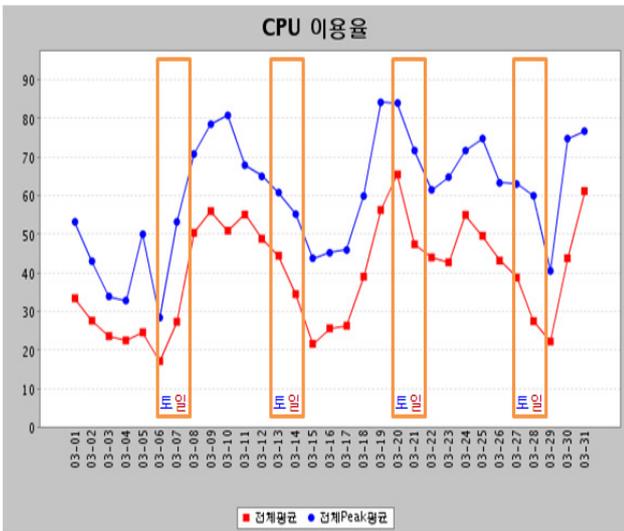
(그림 1) 데이터센터 에너지 사용 추이

대기전력을 절감하기 위해서 전력을 소비하는 부분들 (전원부, 냉각팬, 스토리지, 드라이버 등)을 고효율 장치로 개선하는 작업이 필요하나 이 일은 제조사들의 몫이고 시스템 관리자 입장에서 대기전력을 절감하기 위하여 취할 수 있는 가장 단순한 방법으로 서버를 사용하지 않을 때에는 전원을 끄고 또 작업이 있으면 사용할 때는 시스템의 전원을 켜서 에너지 비용을 줄이고자 하는 것이다.

KISTI의 슈퍼컴퓨터 CPU usage의 한달 통계를 보면 1주일 내에서도 요일별로 따라서 CPU의 사용률이 변화하는 것을 알 수 있다. 하루 단위 중에서도 시간에 따라서 CPU usage가 변화하는데 이러한 시스템 가동 중에서 사용률이 낮을 때 작업을 어느 특정한 노드로 집중하고 사용하는 않는 노드들의 파워를 꺼서 에너지를 절감하는 것이다.



(그림 3) 그린 컴퓨터 구성도



(그림 2) 슈퍼컴퓨터의 요일에 따른 작업 현황

<table II-2> 시스템 구성

구 분	내 용	
시스템 모델명	SR1630HGP	
노드수	6	
C P U	프로세서명	Intel Xeon Quad-Core X3440 [2.53GHz]
	전체 개수(개)	24 [4/노드]
메모리 용량(GB)	DDR3 24GB [4G/노드]	
디스크	2.5T	
host	scheduler, node001~node005	

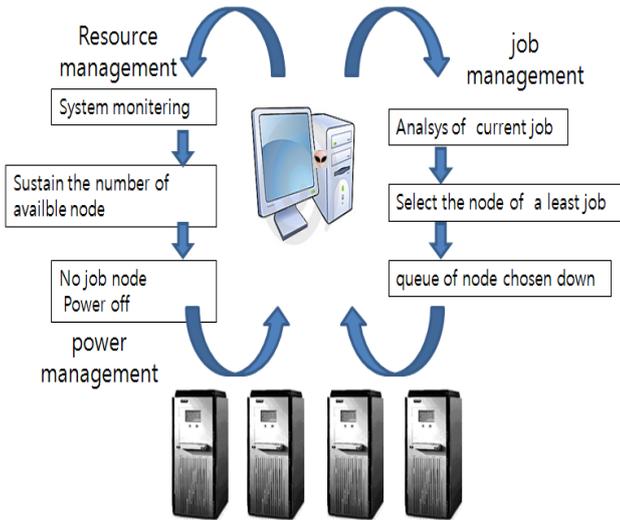
3. 시스템 구성

아래 그림은 전체적인 연결 구성도를 나타낸다. 전체적인 시스템 구성은 관리노드와 계산노드들은 네트워크 스위치(Netgear)를 통하여 연결되어 있으며, IP는 사설IP를 사용하였으며, 외부에서의 접속은 보안을 위하여 계산노드로의 직접접속은 불가능하게 하였다. 관리노드는 2개의 Ethernet card를 구성하여 외부접속용과 job submit용으로 각각 구분하였다. 그리고, 전원은 PSM/PDU를 통하여 사용하게 하였다. PSM/PDU는 전원분배장치로서 온라인상에서 소비전력량의 측정이 가능한 장치이다. CMC-TC장치는 온도측정장치로서 계산노드의 작업이 실행할 때와 사용하지 않을 때의 온도(발열량)를 측정하고자 설치하였다.

그린 시스템의 구성은 크게 자원관리자, 작업관리자, 전원관리자로 구성되며, 각각에 주어진 기능은 서로 독립적이며 연관되어 있다.

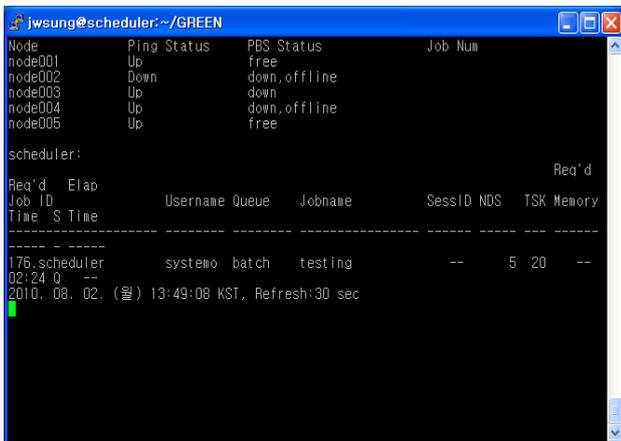
자원관리자는 전체 시스템을 계속 모니터링하여 각각 노드들의 사용률과 작업의 유무를 검색하여 DB에 저장한다. 작업관리자는 작업을 해당 노드에 집중 분배하는 역할을 한다.

기존의 대부분의 작업 스케줄러가 사용자 작업을 계산 노드에 분배하는 방식은 일반적으로 부하균등법이거나 순차 배분법 등이다. 그러나 전원자동관리 시스템에서는 사용자 작업을 계산노드의 사용률이 일정수준(상한 한계 설정: 약 70%~80%)이 될 때까지 집중적으로 작업을 배분할 수 있도록 큐를 조정한다. 전원관리자는 작업이 없는 노드를 검색하여 power를 끄고 작업이 있어서 새로운 노드가 필요하면 켜져 있는 노드의 power를 켜는 역할을 한다.



(그림 4) 그린 시스템 작동 원리

아래 그림은 작업이 요구하는 자원을 확보하는 과정을 보여주고 있다. 작업 요청에 해당하는 계산노드들의 전원을 살리고(Down -> Up), 작업실행 환경을 설정하는(down,offline -> free) 작업을 수행하고 있는 중이다. 그린관리시스템 프로그램은 PBS API 을 통해 수집한 자료를 통해 대기작업의 작업 할당 요청사항의 요구 조건에 맞게 우선 offline 중인 노드를 free 노드로 상태로 바꾸어 주고, 부족한 노드 만큼 off 되었던 노드의 전원을 ON 상태로 시스템을 부팅하여 필요한 노드의 CPU를 확보하게 한다.

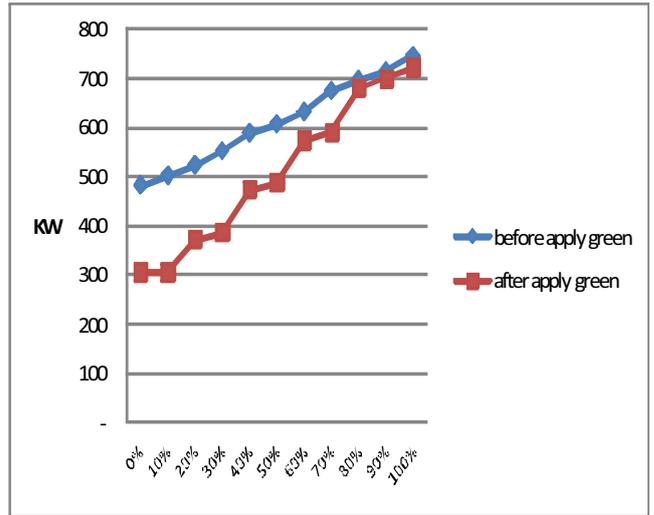


(그림 5) 자원 모니터링 과정

4. 실행결과

대부분의 서버들은 사용자들의 작업을 수행하기 위하여 컴퓨터들의 전원은 항상 켜 있는 상태로 유지되기 때문에 전력과 더불어 많은 대기전력이 손실되고 있다.

그림은 그린제어기술을 적용하였을 때의 결과를 나타내고 있다. 테스트 평균 절감률은 15%를 나타내었다. CPU 사용률이 낮을 때 최대 36%, CPU 사용률이 높을 때 최저 5%의 절감률을 나타내었다.



(그림 6) CPU 사용별 에너지 사용 추이

5. 결론

그린컴퓨터의 테스트베드를 구축하여 테스트한 결과 평균 16%의 에너지 절감효과가 있었다.

일반적으로 클러스터 시스템의 아키텍처 특성상 사용률이 70%대이면 매우 높은 사용률이라고 할 수 있으며, 일반적으로 30%~60% CPU Usage를 유지하는 것이 일반적인 사용률이라고 볼 때 20~30%의 절감률을 가져올 수 있다.

따라서 그린 시스템을 적용하면 에너지 소비를 줄여 비용을 절감할 수 있을 뿐 아니라 컴퓨터의 내구성도 연장할 수 있다.

참고문헌

- [1] <http://www.coolguy.net/87>
- [2] http://www.ddaily.co.kr/news/news_view.php?
- [3] http://www.iqpad.com/Solution_GreenIT
- [4] 주간기술동향 그린컴퓨팅의 국내외 추진현황 및 적용 사례 2010