

그린 클라우드를 위한 스마트 탄소 통합관제시스템의 저탄소 프로토콜 설계

임일권*, 김영혁*, 이계귀*, 이준우*, 태효식**, 이재광*

*한남대학교 컴퓨터공학과, ** (주)한경아이넷

e-mail:{iklim, yhkim, qgli, jwlee}@netwk.hannam.ac.kr*, ths@hkinet.co.kr**

The Low-carbon protocol design of the smart carbon integrated control system for the green cloud

Il-Kwon Lim*, Young-Hyuk Kim*, LiQiGui*, Jun-Woo Lee*, Hyo-Sik Tae**, Jae-Kwang Lee*

*Dept of Computer Engineering, Han-Nam University, **Hankyung I-net

요 약

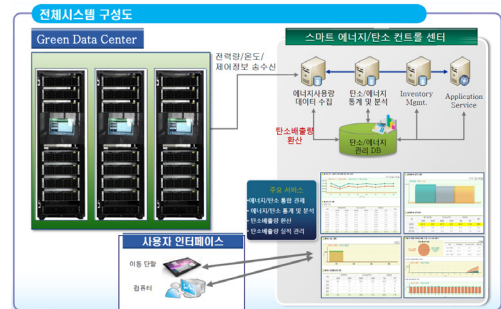
Gartner에 따르면 현재 IT산업에서 배출하는 Co2의 양은 전 세계 배출량의 2%에 해당하고, 국내 IT기기의 탄소 배출량은 1,750만톤, 2012년에는 2,110만 톤으로 증가할 것으로 예상하고 있다. 이 중 전 세계 기업의 전산설치 전력 소비량은 1척억kWh가 소모되고 있으며, 서버의 전력소모량은 매년 20%씩 증가할 것으로 보고 있다. 또한 IT 시설물은 이산화탄소가 배출되는 7%의 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 이에 따라 에너지 경비 절감 및 효율성을 높이고 탄소 배출량 감소를 위한 기술 및 솔루션 개발을 위한 그린 IT기술의 필요성이 높아지고 있다. 이러한 IT 시설물의 에너지 사용량을 실시간으로 확인, 온·습도 센서를 통한 자료 분석을 통하여 대상시설에 맞는 탄소배출량을 환산하여, 이를 활용한 에너지 시설의 제어를 통해 탄소배출과 경비를 절감시키는 시스템이 스마트탄소 통합관제시스템이다. 그리하여 본 논문에서는 통신 프로토콜 단에서부터 '관제'시스템의 성격에 맞고, 저장소의 공간을 효율적이고, 탄소 배출량을 감축시키는데 일조하는 스마트탄소 통합관제시스템의 프로토콜을 설계하고, 이를 테스트 하였다.

1. 서론

기후변화협약에 따라 온실가스인 이산화탄소 배출 감소 노력은 국가적으로 해야 할 절대 과제가 되었다. 한국은 2013년부터 온실가스 감축의무를 부담하게 되며, 국제배출권거래(IET: International Emission Trading) 시장을 생각하고 미리 준비해야할 시기가 도래하였다. 2015년 이후에는 탄소배출량의무 감축에 막대한 금액과 노력이 소요될 것으로 예상되며, 이러한 배경으로 에너지 자원의 중요성과 온실가스에 대한 사회적 요구가 대두되면서 에너지 절감 기술 및 효율적인 관리 기술이 전 산업적으로 요구가 확산되고 있다는 것이다[1][2].

Gartner에 따르면 현재 IT산업에서 배출하는 CO2의 양은 전 세계 배출량의 2%에 해당한다[3]. 이는 항공 산업이 배출하는 탄소량과 같은 수치이며, 빠른 속도로 그 규모를 확장하고 있다. 이와 같은 탄소 소모량은 500W급 서버 1대의 경우 월평균 전력 사용량이 360KWh로써, 가구당 월평균 전력사용량(220kWh)의 1.6배, CO2 배출량은 리터당 7km 연비의 SUV와 비슷하기 때문이다. 그리하여 국내 IT기기의 탄소 배출량은 1,750만톤(2.8%)에 비해 2012년에는 2,110만 톤(3.1%)으로 증가할 것으로 예상되고 있으며, 전 세계 기업의 서버 전력 소모량은 1,400만 대의 자동차의 탄소 배출량과 동일하고 파리(Paris, France) 전력 사용량의 16배를 사용(단위 면적당 에너지 비용은 사무실의 30배)하고 있다. 또한, 대형 IT 장비의 에너지 소비량 증가 추세로서 전세계 기업의 전산

설비 전력 소비량은 1천억KWh, 대기전력도 급증하여 2020년까지 시스템 소비전력의 25%점유 예상된다. 서버의 전력소모가 매년 20%증가하며, 향후 서버 한 대당 4년간 전력요금은 서버 구매가격 3,000달러 이상 될 것으로 예상된다. 데이터센터는 ICT(Information and Communication Technologies)에서 이산화탄소가 배출되는 가장 큰 이유로써 상대적으로 연간 7%의 높은 비율을 차지하는 시설물이다[3][4][5]. 그리하여 지구 온난화와 환경 오염으로 인한 환경규제 강화, 에너지 고갈 및 글로벌 금융위기로 인한 경기침체 등의 문제 때문에, 에너지 효율성을 높이고 탄소 배출량 감소를 위한 기술 및 솔루션 개발을 위한 그린 IT기술의 필요성이 높아지고 있으며, 온·습도 센서, 에너지 소모량 측정 및 관제 시스템을 서버랙(Server rack) 제작 시 통합화하여 장착하는 스마트탄소 통합관제시스템이 대안으로 떠오르게 되었다.



(그림 1) 스마트탄소 통합관제시스템

스마트 탄소 통합관리시스템이란 Green-IDC, Green-Building, Green-City를 표방하는 IT 시설물의 에너지 사용현황을 실시간으로 확인하고 온·습도 센서를 통한 입체적인 자료 분석을 통하여 대상시설에 맞는 탄소배출량을 환산 관리하고, 이를 활용한 에너지 시설의 지능화 제어를 통해 탄소배출을 감축시키는 통합 관리시스템이다. 그리하여 본 논문에서는 통신 프로토콜 단에서부터 '관제'시스템의 성격에 맞고, 저장소의 공간을 효율적이고, 탄소 배출량을 감축시키는데 일조하는 프로토콜을 설계한다.

프로토콜의 핵심은 헤더 정보에 페이로드(Payload)의 각 데이터의 앞자리를 삽입하여, 수신하는 서버에서 헤더의 앞자리를 기준 값과 비교해 낮으면 폐기하고, 높으면 DB에 저장하는 것이다. 그리하여 2장에서는 해외의 적용 사례를 살펴보고, 3장에서 시스템을 설계한다. 4장에서는 실제 테스트를 통한 결과를 분석하여 5장에서는 연구의 결과와 향후 필요한 연구를 정의함으로 마친다.

2. 관련 연구

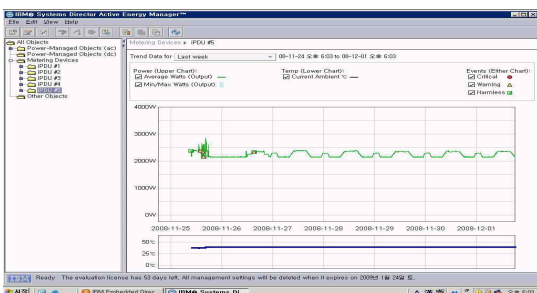
2.1 IBM Systems Director Active Energy Manager[6]

IBM은 2009년 10월 20일에 공식적으로 IBM Systems Director Active Energy Manager를 발표했다.

Systems Director Active Energy Manager™ 버전 4.2는 데이터센터 내의 IBM 장비 및 비 IBM 장비의 에너지 구성요소를 측정, 모니터링 및 관리하여 에너지 소비를 완벽하게 파악할 수 있도록 해준다. 그리고 데이터센터 내의 실제 에너지 소비 및 관련 온도 부하의 경향을 분석이 가능하다. 에너지 소비를 모니터링, 관리 및 분석하여 에너지 자원의 활용도를 높여주는 역할을 담당하고 있다.

IBM Systems Director Active Energy Manager의 특징을 살펴보면 아래와 같다.

- 1) 전력 장치에서 지원하는 시스템에 센서 및 미터를 추가로 지원하여 전력 동향을 보다 잘 파악하게 하고 문제점을 사전에 대처하는 유연성 제공
- 2) 데이터 센터에서 모든 전력 및 냉각 장치를 제어하는 설비 관리 애플리케이션과 통신하므로 IT 관리자는 전력 문제를 실시간으로 모니터링 가능
- 3) 에너지 소비를 효과적으로 제어하는 데 필요한 데이터 및 실시간 기능을 제공하므로 다이내믹 인프라스트럭처에서 안정성이 향상되고 비용이 절감됨



(그림 2) Director Active Energy Manager 화면

2.2 지니네트웍스 Genian OnGreen[7]

Genian OnGreen은 기업 환경을 위한 전원관리 프레임워크로서 IT자산의 연동, 전원정책과 종료 기능, 전력량 산출 리포팅 기능 등을 가지고 있다. Genian OnGreen의 경우 한국정보통신기술협회(TTA)가 ISO/IEC 국제표준에 근거한 기능 및 성능 테스트를 통과한 소프트웨어에 부여하는 GS 인증을 획득하였다.



(그림 3) Genian OnGreen 화면

2.3 Arch Rock Energy Optimizer[7]

Arch Rock은 센서로 구성된 시스템인 Energy Optimizer(무선 환경 센서, 무선 서브미터, IP 라우터 그리고 웹 기반의 어플리케이션이 세트)를 상업용 빌딩의 에너지 관리 서비스한다고 2009년 05월 발표했다.

무선 환경 센서는 랙, AC Panel 및 바닥에 부착되어 데이터 센터 내에 랙 단위의 전력 측정, AC Panel에서의 전력 측정 및 주위 환경 정보를 센싱하여 정보를 라우터를 통해 서버로 전송되어 센싱 데이터의 수집 및 가공 등을 통해 어플리케이션에서 관리 또는 모니터링을 가능하게 한다.

데이터 센터에 적용된 Arch Rock Energy Optimizer 화면은 (그림 4)와 같다.



(그림 4) Arch Rock Energy Optimizer 화면

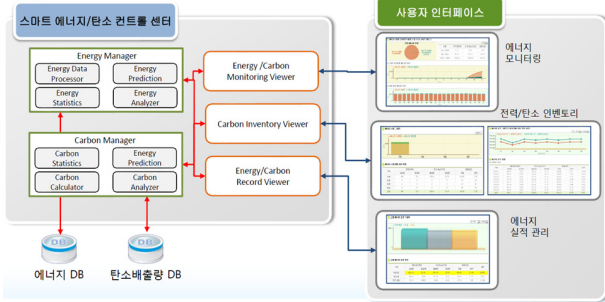
Arch Rock Energy Optimizer의 특징을 살펴보면 아래와 같다.

- 1) 비주얼한 환경 분석 틀과 에너지 모니터링 화면을 제공하여 관리자가 편리하게 현황을 파악하고 대처할 수 있도록 구성
- 2) 랙 단위 별로 무선 전력 측정기를 부착하여, 데이터

센터내의 전력 소모 장치들의 퍼포먼스를 계산하고 추적 가능

3) 표준화된 저전력 무선통신 기술을 이용하여 네트워크를 구성하기 때문에 무선 장비들의 재배치 및 재구성에 용이

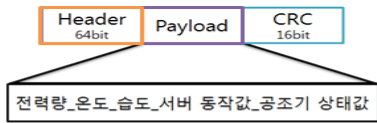
3. 스마트탄소 통합관제시스템 프로토콜 설계



(그림 5) 스마트탄소 통합관제시스템 전체 구성

(그림 5)에서와 같이 서버랙 단위로 전력 측정값, 온도·습도 값, 공조기의 상태 값을 저장 및 조회/관리가 가능하도록 구성하고 있다.

1) 프로토콜 구조



128bits	Octets:2	1	4 to 12	n	2
Preamble	Frame Control	Sequence Number	Addressing Fields	Data Payload	FCS
Preamble		Header		Payload	Footer

(그림 6) 프로토콜 구조

(그림 6)에서와 같이 스마트 탄소 통합관제시스템은 실제 데이터들을 ‘_’를 사용하는 일종의 구분자 분리법을 사용한다. PDU 자체에서 감시하고 있는 전력량과 서버랙에 장착되어 있는 각종 센서들이 보내오는 온도·습도·공조기 상태정보(동작여부)를 구분자인 ‘_’를 사용하여 하나의 데이터 프레임을 만들게 한다.

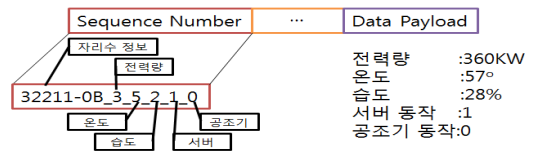
```
private void ClientSendMsg()
{
    msg = string.Format("{0}_{1}_{2}_{3}_{4}_{5}", ID, Temp, Hum, CO, CO2, IO);
    try
    {
        byte[] Ibuff = Encoding.Default.GetBytes(msg);
        NTStream.Write(Ibuff, 0, Ibuff.Length);
        NTStream.Flush();
    }
    catch
    {
        Disconnect();
    }
}
public void Message_Process()
{
    strLog = string.Format("{0} (클라이언트-메시지) : {0}", msg);
    string[] strSendMsg_arr = msg.Split('_');
    vID = strSendMsg_arr[0];
    vTemp = strSendMsg_arr[1];
    vHum = strSendMsg_arr[2];
    vCO = strSendMsg_arr[3];
    vCO2 = strSendMsg_arr[4];
    vIO = strSendMsg_arr[5];
    Add_Log1(strLog, vID, vTemp, vHum, vCO, vCO2, vIO);
}
```

(그림 7) 구분자를 이용한 데이터 송신 코드

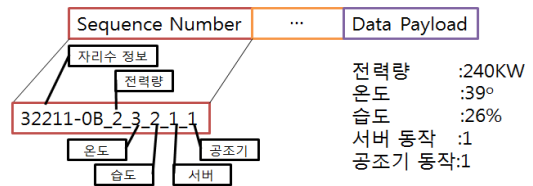
2) 프로토콜 동작

프로토콜의 동작은 송신측인 PDU에서 헤더에 포함된 시퀀스 넘버(Sequence Number) 안에 뒤에 오는 데이터 페이로드의 각 수치 값의 앞자리가 어느 것인지를 기록해두는 것으로 시작한다.

즉, (그림 8)에서 보이는 것처럼 서버의 온도가 45도가 넘는 시점부터 공조기를 세밀하게 컨트롤할 필요가 있음에 의해 관리자가 필요한 상황 수치 값이라면 서버는 해당하는 정보들을 폐기하지 않고 DB에 저장함과 동시에 관리자에게 안내 메시지를 보내게 된다. 그러나 (그림 9)와 같이 공조기가 정상 동작으로 인해 정상적으로 운영되는 서버에 한해서는 수신된 데이터들을 저장 과정없이 바로 폐기하게 되는 것이다.



(그림 8) 저장이 필요한 데이터 수신 상황



(그림 9) 공조기 동작 정상 운영되는 서버 상황

4. 효과 분석

악성코드에 감염되었을 시 CPU, HDD, 메모리 등이 정상적인 상태에서보다 평균 25% 더 전력을 사용한다. 그리고 대규모 데이터베이스에 1회 질의시 약 0.2g의 탄소가 배출된다. 500W급 서버가 월 평균적으로 소모하는 전력이 360KWh이므로, 본 논문의 프로토콜로 인해 월 평균 10KWh 만이라도 감소한다고 가정한다면 다음 <표 1>과 같은 결과를 예상할 수 있다. 산출표의 35만대는 국내 호스트의 수가 약 35만대이므로 기준 값으로 산정하였다[8].

<표 1> CO2 배출량 산출표

	프로토콜 적용	프로토콜 미적용
전력 소모량	350KWh x 35만대 = 12,250,000	360KWh x 35만대 = 12,600,000
연간 전력 소모량	12,250,000KWh/Month x 12 = 147,000,000 KWh	12,600,000KWh/Month x 12 = 151,200,000 KWh
소모규모	151,200,000KWh - 147,000,000KWh = 4,200,000KWh	
	국내 1KWh 전기생산 = 424g CO2 발생 1780.8t(톤) 감축	

5. 결론

지속적으로 에너지 자원의 중요성과 온실가스 배출 감축에 대한 요구에 의해 주목받고 있는 현 IT 시장에서 대형 IT 장비의 높아져만 가는 전력 소비량의 증가와 매년 20%씩 증가하는 서버의 전력소모로 인한 탄소배출은 IDC나 대형 전산실을 운영하는 기관과 기업의 깊은 고민 중 하나이며, 이러한 문제를 해결하고자 지속적이고, 안정적이며, 실시간으로 전력량을 모니터링하고 공조기를 제어할 수 있는 통합관제시스템이 이슈화되었다. 그리하여 본 논문에서는 그린IT 기술 중 전 세계적으로 시선이 집중되어 있는 그린 클라우드, 그린 IDC를 위한 스마트 탄소 통합관제시스템의 프로토콜을 설계하였다.

스마트 탄소 통합관제시스템 프로토콜은 전력량·온도·습도·서버 및 공조기 상태 값을 구분자를 통해 데이터 페이로드에 담아 전송하고, 각 수치 값의 앞자리만을 헤더의 시퀀스 넘버에 삽입하여 보냄으로써 패킷을 수신하는 서버에서는 무조건적으로 모든 데이터를 DB에 저장하는 것이 아니라, 시퀀스 넘버에 삽입되어 있는 정보를 통해 기준치를 넘지 않은 정보들을 폐기함으로써 데이터 처리·저장으로 발생하는 전력을 줄이고, 저장소에 저장되는 내용을 감소시킴으로써 크게는 탄소 배출 감축을 프로토콜 단에서부터 실시하게 하는데 목적을 두었다.

다만 본 설계는 매 초, 매 분마다 발생하는 모든 상태 정보들을 DB에 저장할 필요가 있는 시스템에서는 동작할 수 없다는 한계점이 존재하며, 만약 시스템의 오작동과 예기치 못한 문제 상황에서 이전의 상태 Log를 살펴보기가 힘들다는 단점이 존재하여, 상황에 맞는 또 다른 프로토콜이 추가적으로 설계되어 2가지 프로토콜이 동작할 필요가 존재한다.

본 (그린 클라우드를 위한 스마트 탄소 통합관제 시스템 개발)은 중소기업청에서 지원하는 2011년도 기업부설연구소 지원사업(No. 00045491-3)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

[1] “모든 국가 2013년부터 온실가스 감축 참여”, 발리=연합뉴스, 한겨레신문, 2007.12.15
 [2] 이재걸, “[내일의 눈]온실가스 감축의지 증명하려면”, 내일신문, 2011.3.21
 [3] “Green Computing 규제이자 새로운 기회”, Mobile + Cloud + Green = New IT, 2010 가을
 [4] “그린 IT 관련 주요 장치 및 기술”, IT SoC Magazine, 2009.5
 [5] 박상현, “『저탄소 녹색성장』을 위한 주요국 그린 IT

정책 추진 동향과 시사점”, 박상현, 2008.9.3.
 [6] 중앙대학교, “그린 IT - 그린 IDC 기술발전에 따른 차세대 전력 관리 솔루션 기술 동향”, 홈네트워크 & 시큐리티 NS, 2009.08.
 [7] webpage:
<http://www.geninetworks.com/product/ongreen.php>
 [8] 한국정보화진흥원, “녹색 성장을 위한 그린 Security 전략”, CIO Report, Vol.13, 2009.05.
 [9] 정대교, 이근철, 오재영, 한중훈, 김윤기, “탄소배출량 산정을 위한 그린데이터센터 에너지 관리 시스템 설계”, 한국정보과학회 2010 한국컴퓨터종합 학술발표논문집, 제37권, 제1호, 2010.06.
 [10] “ICT 중점기술 표준화전략맵 Ver. 2011”, 종합보고서 6권. ICT 융합분야, TTA, 2011.1
 [11] “Part. 09 차세대컴퓨팅. 제II편. 중장기 기술개발 계획(안)”, 지식경제부/한국산업기술평가관리원,
 [12] 장선호, “Green IT 기술과 녹색성장 기반 구축”, IT SoC Magazine, 2009. 5
 [13] 지은희, “그린 IT 2.0 시대의 소프트웨어의 역할”, 정보통신연구진흥원, 주간기술동향 통권 1407호 2009.7.29