

그린 데이터센터 표준화 및 인증제 동향

정상진 ETRI 표준연구센터 미래인프라표준연구팀 선임연구원

김문구 한국IT서비스산업협회 산업진흥팀 팀장

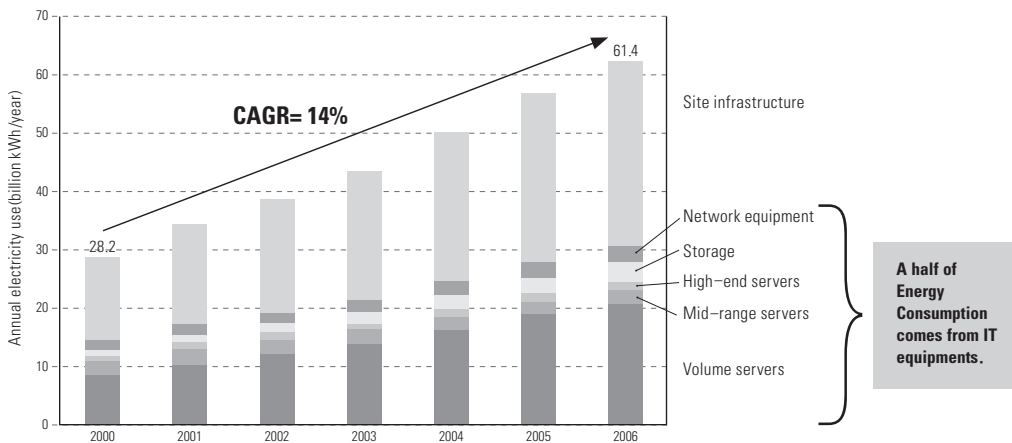


1. 머리말

스마트 네트워크의 시대가 개막됨에 따라 급속히 증가하는 콘텐츠의 저장, 클라우드 컴퓨팅을 포함한 다양한 서비스의 제공 등의 목적을 위해 활용되는 데이터센터의 수가 증가하고 있으며, 이들이 사용하는 전력량도 급증하고 있다. 통상 데이터센터에는 수천 대 이상의 서

버와 수백 대의 네트워크 장비가 설치되어 운영되고 있으며, 이로 인해 전기 먹는 하마로 불리며 데이터센터의 막대한 에너지 사용량이 사회 문제로 대두되고 있다. 이러한 데이터센터의 에너지 효율을 향상시키기 위한 연구 개발 및 표준화가 국내외에서 활발히 진행되고 있다.

[그림 1]은 데이터센터의 구성 요소별 에너지 소모 비율을 나타낸 것으로써, 데이터센터 전체 소모 에너



[그림 1] 데이터센터 구성 요소별 에너지 사용 비율

지의 절반 정도를 데이터센터 냉각, 공조 등의 설비가 사용하며 나머지 절반을 IT 장비가 사용하고 있음을 알 수 있다[1]. 그러므로 데이터센터 에너지 효율의 향상을 위해서는 데이터센터 설비 자체의 에너지 효율을 향상시키는 연구와 IT 장비 자체의 에너지 효율을 향상시키는 연구가 병행되어야 하며, 데이터센터가 사용하는 에너지의 그린화를 위한 노력을 추가로 경주함으로써 보다 큰 효과를 기대할 수 있다. 본 고에서는 데이터센터의 설비 및 IT 장비에 대한 에너지 효율을 측정하고 평가 및 향상시키기 위한 국내외 표준화 기구의 표준개발 동향을 살펴본다.

2. 그린 데이터센터 표준화 동향

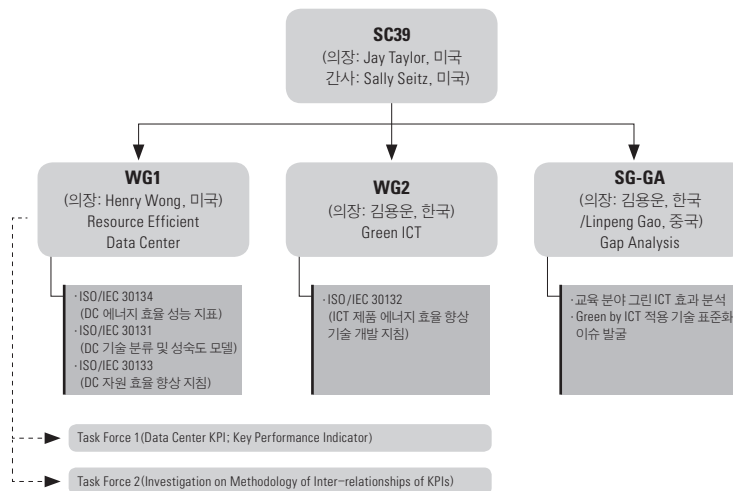
데이터센터 관련 국제표준화는 현재 ITU-T SG5와 JTC1/SC39에서 진행 중에 있다. ITU-T SG5에서는 2011년 그린 데이터센터를 위한 베스트 프랙티스 표준을 L.1300으로 제정 완료하였으며, 해당 표준의 개정 작업을 진행 중에 있다. L.1300의 개정 작업은 JTC1/SC39와 공동으로 작업하는 것으로 합의되어 현재 공동작업 방법에 대한 논의가 양 표준화기구에서 진행되

고 있으므로, 본 고에서는 JTC1/SC39에서의 그린 데이터센터 표준화 동향을 다루도록 한다.

2.1 데이터센터 에너지 효율 측정 및 평가를 위한 국제 표준화 동향

ISO/IEC JTC1/SC39는 2011년 11월 신설된 그룹으로, IT 기술의·기술에 의한 지속 가능한 표준(Sustainability for and by Information Technology)을 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위해 IT 기술 자체와 IT 기반 지속 가능성 촉진을 위한 응용, 관리 및 운용 측면을 지원하는 IT 기술 표준화를 추진하여 환경보호 및 에너지 효율 향상을 추구하고 있다[2]. [그림 2]는 SC39의 조직 구성을 나타낸 것이다. 현재 산하에 2개의 워킹그룹과 1개의 스터디그룹을 유지하고 있으며, 이중 워킹그룹 1에서 데이터센터 에너지 효율 관련 표준 개발을 진행하고 있다.

현재 WG1에서 가장 중점을 두고 있는 것은 데이터센터의 에너지 효율을 측정하고 평가하기 위한 측정지표(KPI: Key Performance Indicator)를 개발하는 것으로, 다음의 표준이 개발 중에 있다.



[그림 2] JTC1/SC39 조직 구성

- ISO/IEC 30134-1(KPI- Part 1: Overview and general requirements): 데이터센터 에너지 효율 측정 지표의 개요 및 일반적인 요구사항 정의.
- ISO/IEC 30134-2(KPI- Part 2: Power Usage Effectiveness(PUE)): 데이터센터의 전력사용 효율화 정도를 측정하는 표준 정의.

PUE는 미국 그린 그리드(The Green Grid) 컨소시엄이 2008년 초 발표한 데이터센터의 에너지 효율을 측정하기 위한 측정지표이다. 국내 자체적인 데이터센터의 에너지 효율성을 평가할 지표가 없어 우리나라도 PUE를 기준으로 데이터센터 에너지 효율 정도를 측정해 왔다. PUE는 다음 수식과 같이 데이터센터 전체가 사용하는 에너지와 IT 장비가 사용하는 에너지의 비율로 표시되며, 데이터센터 설비의 에너지 효율을 평가하는 데 주요 목적이 있다. 예를 들면, 데이터센터의 IT 장비와 데이터센터 냉방 등 인프라의 전력 소모량을 각각 1 Unit이라 가정하면, PUE는 2.0의 값을 가지게 된다.

$$PUE = \text{Total Facility Energy} / \text{IT Equipment Energy}$$

위의 수식에서 알 수 있는 것처럼, PUE의 값이 1에 가까워 갈수록 데이터센터의 에너지 효율은 높다고 할 수 있다. 현재 PUE 값 2.0을 벤치마크 기준으로 삼고 있다.

하지만 이 지표는 정확한 에너지 효율을 판단하는 데 한계가 있다[3]. 가장 큰 문제는 IT 기술을 활용한 장비의 효율 향상을 지원하지 못하는 것이다. 예를 들면, 가상화 기술을 활용하여 데이터센터 내 서버 장비의 이용률을 향상시킴으로써 전체 서버의 물리적인 수를 줄이게 되고 에너지 절감을 할 수 있다. 그러나 이러한 경우를 PUE 기반 에너지 효율 측정 지표에서는 반영하지 못하는 문제가 있다. 예를 들어, 1대 당 500Wh의 전력을 소모하는 서버 1,000대와 30kWh의 기타 IT 시설로 구성된 데이터센터에 대해서 데이터센터 전체의 전력 사용량이 1,500kWh라고 가정하면 PUE_{org}

는 다음과 같이 계산된다.

$$PUE_{org} = \frac{1500}{0.5 \times 1000 + 30} = 2.8$$

그러나 가상화 기술 등을 활용하여 서버의 이용률을 증가시킴으로써 전원이 인가된 서버의 수를 800대로 줄이는 경우의 PUE_{virt} 는 다음과 같이 계산된다. 즉, 데이터센터 내 장비들의 이용률을 증가시킴에 따라 에너지 효율이 낮아지는 문제가 있다[3].

$$PUE_{virt} = \frac{1500 - 0.5 \times 200}{0.5 \times 800 + 30} = 3.3$$

또 다른 단점은 일정 면적의 전체 에너지 소비량을 장비 수를 기준으로 측정한다는 점이다. PUE는 데이터센터의 총 전력량을 IT 장비 전력량으로 나눈 값인 만큼 아직 장비가 입고되지 않아 빈 면적이 넓은 신규 데이터센터일수록 에너지 효율 지수가 낮게 나온다. 실제로 면적당 에너지 효율과 상관없이 전체 데이터센터 면적 대비 장비 수가 적은 만큼 PUE 수치가 상대적으로 높게 나오기 때문이다. 사무실·연구실 등과 공용으로 사용하는 혼용 데이터센터와 전용 데이터센터의 기준이 불명확하다는 점도 PUE의 한계로 꼽히고 있다[3]. 이러한 단점을 해결하기 위해 ISO/IEC 30134-2 표준에서는 데이터센터의 구역을 구분하여 비사용 중인 구역은 PUE 계산에서 제외할 수 있는 partial PUE를 추가로 정의하고 있으며, 데이터센터와 다른 용도의 건물이 혼합된 형태의 건물에 대한 PUE 계산 시 고려할 사항들을 정의하고 있다[4].

PUE 이외의 추가적인 데이터센터 에너지 효율 측정 지표의 개발을 위해 WG1 산하에 2개의 태스크포스를 설치하여 작업을 진행하고 있다.

- Task Force 1(컨비너: Tomoo Misaki, Nomura Research Institute, 일본): 데이터센터의 에너지 효율을 측정할 수 있는 추가적인 KPI들을 발굴하고 발굴된 KPI들에 대해서 SC39 차원에서 신규표준화제안을 추

$$ITEE = \frac{\text{total rated capacity of IT equipment [Work]}}{\text{total rated energy consumption of IT equipment [W]}}$$

$$= \frac{\alpha \times \Sigma(\text{server capacity}) + \beta \times \Sigma(\text{storage capacity}) + \gamma \times \Sigma(\text{NW equipment capacity})}{\text{Total rated power [W] of IT equipment(servers, storage, NW equipment)}}$$

※ 상기 수식에서 α , β , γ 는 각 IT 장비(서버, 스토리지, 네트워크)의 처리 용량을 정규화하기 위한 계수로, 단위 처리 용량당 에너지 사용량을 나타내는 지수임.

$$ITEU = \frac{\text{Total energy consumption of IT equipment [Kwh]}}{\text{Total rated energy consumption of IT equipment [Kwh]}}$$

진할 수 있도록 각 KPI의 제목과 작업범위를 정의함.

- Task Force 2(컨비너: Tomoo Misaki, Nomura Research Institute, 일본): 데이터센터의 에너지 효율을 표현할 수 있는 KPI들 간의 관계를 표현하는 방법론에 대한 분석을 수행하고 있으며, 이를 위해 각 KPI들을 통합하는 다양한 방법들에 대해서 SWOT(Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) 분석을 하고, 이를 통해 KPI들 간의 통합 가능 여부, 통합 방법, 통합의 필요성 등에 대한 분석을 진행할 예정이다.

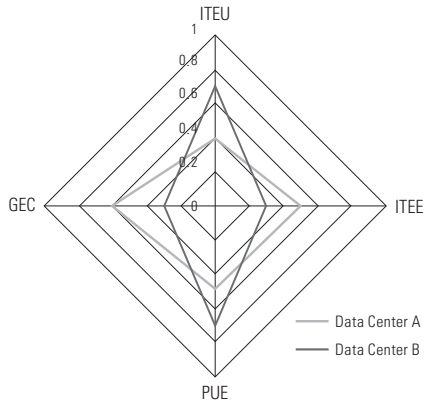
현재 TF1에서는 IT 장비의 에너지 효율을 측정하기 위한 측정 지표로 일본에서 제안한 IT 장비 에너지 효율 지수(ITEE: IT Equipment Energy Efficiency)와 IT 장비 운영효율 지수(ITEU: IT Equipment Utilization) 및 물 사용 효율화 지수(WUE: Water Usage Effectiveness)에 대한 논의가 진행되고 있다. 이 중 ITEE와 ITEU는 2013년 5월 개최 예정인 SC39 총회에서 NWIP를 추진하기 위해 WG1에서 활발한 논의를 진행하고 있다. 현재 제안된 ITEE와 ITEU는 〈수식 1〉과 같이 정의된다.

TF2에서는 다수개의 KPI를 통합하는 방안에 대해서 한 KPI에 대한 상황별 통합, 한 상황에 대한 복수개의 KPI의 통합, 다양한 상황에 대한 복수개의 KPI

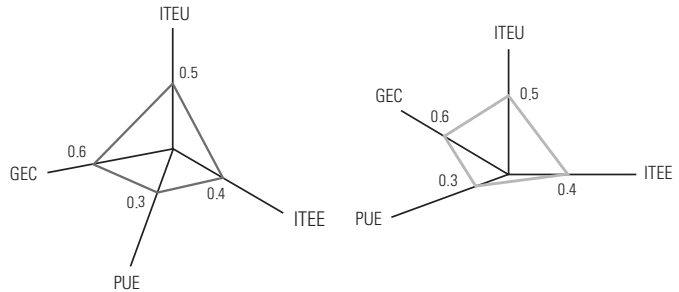
의 통합, 복수개의 KPI를 하나의 지표로 통합하는 방법 등 최소 4가지의 통합 시나리오에 대해서 분석을 수행하기로 하였으며, 통합 방법은 다양한 KPI를 수용할 수 있는 유연한 방법들을 고려하기로 하였다. 현재 TF2에서는 일본이 제안한 기본형 스파이더 차트 기반 KPI 통합 방안과 우리나라가 제안한 가중치 기반의 확장형 스파이더 차트 기반 KPI 통합 방안이 논의 중에 있다.

[그림 3]은 기본형 스파이더 차트 기반의 KPI 통합 방안을 도시한 것이다. 예를 들어 4개의 KPI에 대해서 분석을 수행한다면, 4개의 축을 가지는 스파이더 차트에 각 KPI 별 값을 표시하여 스파이더 차트를 구성하는 방법이다[1]. 이 방법은 각 KPI를 동일한 중요도를 가지고 평가한다는 단점을 가지고 있다. 데이터센터의 에너지 효율을 정확하게 평가하기 위해서는 데이터센터의 지리적 특성, 기후 특성 등을 반영하여 KPI 별 중요도를 조정할 수 있어야 한다. [그림 4]는 이러한 단점을 보완하기 위해서 우리나라에서 제안하는 방법으로, KPI 별 상이한 가중치를 부여하여 스파이더 차트를 구성하는 방법이다[5]. 현재 두 방안이 논의되고 있으며, 2013년 5월 총회에서 어떤 방안을 채택할지 결정할 예정이다.

이 외 WG1에서는 다음과 같이 데이터센터의 분류 체계 및 성숙도를 정의하는 표준과 에너지 효율적인



[그림 3] 기본형 스파이더 차트 기반의 KPI 통합 방안



[그림 4] 가중치 기반 확장형 스파이더 차트 기반의 KPI 통합 방안

데이터센터 구축 지침을 추가적으로 개발 중에 있다.

- ISO/IEC 30131(Taxonomy and maturity model)
: 데이터센터 성숙도 모델 정의.
- ISO/IEC 30133(Guidelines for resource efficient data centres): 에너지 효율적인 데이터센터 구축 지침.

ISO/IEC 30131 표준의 목표는 데이터센터의 자원 효율을 나타낼 수 있는 주요 지표를 기반으로 데이터센터의 적용 시나리오를 고려한 다계층 성숙도 모델을 개발하는 것이다. 아직까지 표준이 다루고자 하는 범위가 명확히 정의되지 않음에 따라, WG1 회의 참여국들 간에 표준의 범위에 대한 많은 논의가 진행되었으나 명확한 결론을 도출하지 못한 상황이다[6]. ISO/IEC 30133 표준은 ITU-T와 공동프로젝트로 제안된 것으로서 데이터센터 구축 설계, 관리, ICT 장비/서비스, 냉방, 전력장치, 기타 장치, 빌딩, 모니터링, 네트워크 설계 등의 사항들에 대한 세부 구축/운영 지침을 개발하는 것이다. 현재 ITU-T와 SC39 간 어떤 형태의 협력을 통해 공동 표준을 개발할 것인가에 대한 활발한 논의가 진행 중에 있다[7].

2.2 데이터센터 에너지 효율 측정 및 평가를 위한 국내 표준화 동향

국내에서는 TTA 산하의 ICT&CC 전문위원회 산하에서 2012년 신규 표준화 대상 항목으로 데이터센터 에너지 효율 성능 지표 표준, 데이터센터 에너지 효율 모니터링 기술표준을 선정하여 표준으로 제정 완료하였다. 제정된 2건의 표준은 2013년 국가표준으로 추진하는 것을 고려하고 있다.

3. 그린데이터센터 인증제 동향

그린데이터센터는 최적의 에너지를 사용하고, 환경적인 영향을 최소화하기 위해 설계되고 운영되는 데이터센터를 지칭한다. 한국IT서비스산업협회(ITSA)에서는 범국가적인 이슈인 에너지사용 절감운동에 부응하고 그린활동을 통해 데이터센터의 에너지 사용 효율화를 지속적으로 유도하기 위해 2011년 11월 그린데이터센터인증위원회를 구성하여 그린데이터센터 인증제를 추진하였다. 그린데이터센터 인증의 목적은 다음과 같다.

- 데이터센터의 지속적인 에너지 절감활동 및 그린활동 유도.

〈표 1〉 인증 평가항목

평가항목	배점	평가항목	비고(참고사항)
DC 인프라 효율성(PUE) (정량적 지표)	90점	- 데이터센터에서 사용한 총 적산전력량/ 총 IT 적산전력량	- PUE 점수
DC 에너지 효율관리 설비 (정성적 지표)	3점	- 적산전력량계로 모니터링 하는 비율 - 전력측정횟수 - 적산전력량 자료의 관리	- 전력관리 기능 및 HW/SW 도입 여부 - SW에 의한 절감효과
DC 그린활동 (정성적 지표)	7점	- 정부 및 공공기관의 인증이나 수상 이력 등 에너지 절감 활동에 대한 정성적 활동 반영 - 그린데이터센터 구축 지침에 따른 수준 진단 시행(KCS.KO-09.0082)	- 에너지위너상 등
IT 장비 효율성 (개발 중)	-	- IT 장비의 에너지 효율 등급 - 서버, 네트워크, 스토리지 등	- Energy Star - IDC 효율향상추진위의 그린 장비 인증 활용
건물의 친환경성 (개발 중)	-	- 건물의 에너지 효율성 - 건물의 친환경성	- LEED 인증평가항목 - 녹색인증제 등
DC 생산성 (개발 중)	-	- 산출물/투입에너지	- 데이터센터 에너지 생산성(DCeP)

- 데이터센터의 에너지 사용량 및 운영경비의 최소화.
- 에너지효율 향상을 위한 정책, 운영체계, 프로세스의 정립 도모.
- 데이터센터의 경쟁력 강화.

위와 같은 인증 목표 하에 그린데이터센터인증위원회는 기술위원회, 평가위원회, 평가단 등을 구성하여 우리나라 실정에 맞는 그린데이터센터 인증제도 수립을 위해 많은 노력을 기울였다. 이를 위해 데이터센터 관련 국내외의 다양한 인증제도와 신기술에 대해 연구 및 검토하였다. 또한, 인증 평가기준 확립을 위해 국내 80여 개 이상의 데이터센터 기본 자료를 수집하여 분석하였고, 16개 주요 데이터센터에 대해서는 심층 조사를 실시하였다. 그린데이터센터 인증을 통해 데이터센터 운영자 측면에서는 에너지 비용을 정확하게 측정할 수 있는 능력, 보다 효율적인 에너지 사용으로 인한 비용절감, kWh당 컴퓨팅 성능의 대응 등 에너지 절감운동에 동참하는 효과를 기대할 수 있다. 사용자 관점에서는 정확한 에너지 효율성 정보에 기반해 에너지 효율이 높은 데이터센터 서비스 제공자를 선택할 수 있다. 또한, 정부 차원에서는 그린데이터센터에 대한 최소 기

준 및 표준안 마련하고 국가 차원의 에너지 절감과 환경 보호의 효과를 기대할 수 있다.

그린데이터센터 인증제는 <표 1>과 같은 인증평가항목을 적용하고 있다. 현재는 PUE 기반의 인증을 진행 중에 있으나 점진적으로 PUE 이외의 다른 인증평가항목을 적용할 예정이다.

〈표 2〉 인증 평가항목별 기준점수

평가항목	1단계 (2012) (확정)	2단계 (2013~2015) (미확정)	3단계 (2016~) (미확정)
DC 인프라 효율성(PUE)	90	70	50
DC 에너지 효율관리 설비	3	10	10
DC 그린활동(정성적)	7	10	20
IT 장비 효율성	-	10	20
건물의 친환경성	-	+10	+10
DC 생산성	-	-	+10
합계	100	100(+10)	100(+20)

<표 2>는 인증 평가항목별 기준점수를 나타낸 것이다. 평가항목별 점수의 배분은 인증제가 도입됨에 따라 단계적으로 조정될 예정이다. <표 2>의 기준 점수를 적용하여 데이터센터의 에너지 효율을 평가하고 평가 점수에 의해 <표 3>과 같이 인증 등급을 부여하고 있다.

〈표 3〉 인증 기준 및 등급

구분	총 점수
A+++	90점 이상
A++	80점 이상
A+	70점 이상
A	60점 이상

2013년 1월 9일 ITSA에 서는 2012년 첫 시행한 그린 데이터센터 인증제 평가결과를 발표하였다. 인증대상 110여 개 데이터센터 중 철저한 사전 준비를 거쳐 6개 데이터센터가 인증신청을 하여 첫 인증을 부여받았다. 인증이 확정된 데이터센터는 KT 목동 IDC, KT 분당 IDC, LG CNS 상암IT센터, SK C&C 대덕데이터센터, LG 유플러스 논현 IDC, LG 유플러스 서초1 IDC이다. 지난 1월에 국내 최초로 그린데이터센터 인증을 획득한 6개 데이터센터는 국내뿐만 아니라, 국제적으로도 경쟁력을 갖춘 최첨단 데이터센터로 판명되었다. 인증 획득 데이터센터들의 PUE 평균은 1.70 수준으로 데이터센터 관련 세계적 연구기관인 Uptime Institute에서 2012년 상반기에 발표한 전 세계 데이터센터의 평균 PUE 수치인 1.80~1.89 보다도 높은 수준이다. 이 결과는 그동안 대내외적으로 어려운 여건에도 불구하고 국내 데이터센터의 에너지 절감 및 그린화를 위한 지속적인 투자와 노력을 보여주는 결과라 할 수 있다.

4. 맺음말

본 고에서는 데이터센터의 에너지 효율을 측정하고 평가하기 위한 국내외 표준 개발 동향에 대해 살펴보았다. 데이터센터의 에너지 효율을 향상시키기 위해서는 데이터센터의 운용뿐만 아니라 설계 측면 역시 고려되어야 한다. 운용 측면에서는 에너지 효율이 낮은 오래된 장비들의 교체, 시스템의 작업량에 비례해서 에너지를 소모하는 서버 도입, 효율적인 냉각 시스템 도입 등을 고려할 수 있다. 계획 측면에서는 서버들의 가상화 적용 비율 향상, 데이터센터의 원격 모니터링 및 관리 방법 적용, 데이터센터 내의 서버들의 효율적인 배치 등을 통한 냉각 시스템의 수량 감소 등을 고려할 수 있

다. 데이터센터가 사용하는 에너지의 양을 줄이면 비슷한 양의 에너지를 냉각 시스템으로부터 줄일 수 있기 때문에, 데이터센터의 에너지 절감을 위한 강한 동기가 될 수 있다. 전형적인 데이터센터 네트워크에서는 사용하는 전력의 양은 일정하지만, 데이터센터 서버들에 부과되는 작업의 양은 균등하게 배분되지 않고 변동량이 큰 것으로 알려져 있다. 따라서 작업의 양에 따라 데이터센터가 사용하는 에너지의 양도 비례해서 조절할 수 있는 에너지 비례 처리 방법의 개발이 필요하다. 또한, 그린 데이터센터 인증제의 확대 및 발전을 위해서는 데이터센터 산업의 표준산업분류체계 확립과 법제화, 그리고 정부 차원의 데이터센터 산업 활성화를 위한 적극적인 지원이 필요할 것으로 예상된다.

※ 본 연구는 지식경제부의 지원을 받는 정보통신표준화 및 인증지원사업의 연구결과로 수행되었음.

【참고문헌】

- [1] ISO/IEC JTC 1/SC 39 N 23, 'Global Harmonization of Datacenter Energy Efficiency Metrics to Date,' June 2012.
- [2] ISO/IEC JTC 1/SC 39 'Sustainability for and by Information Technology,' <http://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=11955213&objAction=browse&sort=name>
- [3] 정상진, 김용운, 김형준, '네트워크 단말 및 데이터센터의 에너지 절감을 위한 그린 네트워킹 표준기술 동향', 한국통신학회지, 29권, 6호, p. 41~46, 2012.
- [4] ISO/IEC JTC 1/SC 39/WG 1 N 14, 'Power Usage Effectiveness(PUE) Measurement and Calculations,' Oct. 2012.
- [5] ISO/IEC JTC 1/SC 39/WG 1 N 4, 'Additional Considerations for Holistic Approach of Data Center Energy Efficiency,' Aug. 2012.
- [6] ISO/IEC JTC 1/SC 39/WG 1 N 26, 'Resource Efficient Data Centres: Taxonomy and Maturity Model,' Jan. 2013.
- [7] ISO/IEC JTC 1/SC 39/WG 1 N 16, 'L.1300 Best Practices with DCRE Taxonomy,' Jan. 2013. 