

그린데이터센터의 수준진단 프레임워크 개발

나종희† · 이상학† †

요 약

오늘날 데이터센터는 비즈니스에서 핵심영역으로 인식되고 있으며, 이들에 대한 많은 서비스 요구는 보다 많은 에너지 소비를 낳고 있다. 따라서 데이터센터의 높은 수준의 에너지 효율성은 구축, 운영, 폐기 등 그들의 생명주기에 있어서 핵심이슈로 등장하였다. 본 연구에서는 이러한 생명주기상에서 데이터센터의 그린화 수준을 진단할 수 있도록 성숙도모델에 기초한 그린데이터센터 수준진단모델을 제시한다. 본 연구에서 제시한 수준진단 모델은 액션추어 GMM, DCEEF 등 기존 에너지평가모델 및 그린데이터센터 성숙도평가 모델을 참조하였으며, 최종적으로 건축, 공조, 전기, IT, 조직 등 데이터센터의 5개 핵심영역에 대한 진단지표를 제안하였다.

주제어 : 그린데이터센터, 성숙도모델, 수준진단프레임워크

Developing the framework of level diagnosis for green data center

Jong-Hei Ra† · Sang-Hak Lee† †

ABSTRACT

The data center has become an increasingly important part of most business operations. An increasing demand for computation has led to increasing industry energy consumption. Therefore, higher-than-normal rates of energy efficiency have become a core issue in the life cycle of data center. In this paper, we proposed the framework of level diagnosis for green data centre that can be used to diagnose the levels of capability maturity model. This framework contains the 5 key areas such as construction, air-conditioning, electricity, information technology, organization and indicators that can be applied as basic level diagnosis guide for green data center.

Key words : Green Data Center, Capability Maturity Model, Framework of Level Diagnosis

† 종신회원: 광주대학교 물류유통경영학과 부교수(교신저자)

†† 정 회 원: 한국정보화진흥원 수석연구원

논문접수: 2011년 3월 30일, 1차 심사: 2011년 4월 9일, 심사완료: 2011년 4월 13일

* 본 연구는 지식경제부의 지원을 받는 정보통신표준기술력향상사업의 연구결과로 수행되었음

1. 서 론

전통적으로 데이터센터는 정보시스템의 안정적인 운영을 보장하기 위한 접근통제 등 보안과 가용성을 중요하게 고려하였다. 높은 가용성의 보장을 위해서는 설비의 이중화 등이 필연적이었으며, 이러한 과도한 설비로 인하여 많은 에너지를 소모하는 결과를 초래하였다. 데이터센터의 전기사용량 증가는 데이터센터 운영비 중 에너지 비용의 상승을 초래하였고, 저탄소에 대한 관심은 전력효율화라는 또 다른 지향점을 갖게 되었다. 따라서 데이터센터는 가용성과 보안을 확보하면서도 에너지의 사용량을 줄일 수 있는 환경 친화적이고 전력효율이 높은 장비 및 시설을 필요로 하게 되었다[1][2].

IT가 사용하는 전력을 낮추기 위해 하드웨어 제조 회사들은 저전력, 저소음의 친환경 제품을 만드는데 많은 투자와 노력을 기울이고 있지만 정작 데이터센터의 전력 소비량의 50% 이상을 차지하는 기반설비를 개선하는 데는 상대적으로 노력과 관심이 소홀한 편이다. 이러한 데이터센터는 건물과 마찬가지로 한번 구축되면 최소한 20년 이상을 사용해야 하므로 라이프 사이클이 IT보다 훨씬 길다. 따라서 구축 초기에 에너지 사용을 줄일 수 있는 기술과 설비가 적용된다면 사용하는 동안 얻을 수 있는 효과가 크다[14].

한편, 데이터센터의 구성요소는 IT장비, 건물, 공조와 전기설비 등으로 크게 구분할 수 있다. 데이터센터의 건물과 기반설비는 IT장비의 특성에 따라 적용방식이 달라진다. 우선, IT장비는 규모와 플랫폼에 따라 이들 장비를 냉각시키기 위한 공조방법과 방식이 상이하며, IT장비가 제공하는 서비스가 24시간 중단 혹은 무중단 여부에 따라 전기설비의 구성방식이 상이하다. 따라서 데이터센터의 규모, 플랫폼과 서비스의 종류에 따라 다양한 형태의 데이터센터가 존재할 수 있다. 일반적으로 과거 데이터센터에 대한 분류는 가용도 차원에서의 접근으로 가용도 수준에 따라 기반설비의 구성요소인 공조와 전기설비의 이중화 여부가 결정되었다. 그러나 그린 데이터센터는 가용도 뿐만 아니라 데이터센터의 전력사용량 절감을 지향하는 것으로 하드웨어 제조회사들을 주축으로 2000년대 중반 컴퓨터 전력소모를 줄이기 위한 작업에서 출발하였다. 컴퓨터 성능향상에 따라 계속 높아지는

에너지 사용량과 발열문제를 해결하기 위한 목적으로 시작되었으며 데이터센터 운용·구축·설계와 관련해 최선의 방법론을 제안, IT 관련 시설의 에너지 소비 절감방안을 모색하고 있다.

본 연구에서는 성숙도모델에 기반한 그린데이터센터의 수준진단 모델을 제시하고자 한다. 이를 위해 2장에서는 그린데이터센터에 대한 개념적 정의, 데이터센터의 에너지효율평가 모델, 그린데이터센터 성숙도평가 모델에 대해 살펴보고, 기존 성숙도 모델의 장단점을 분석해 보았다. 3장에서는 본 연구에서 사용한 연구방법을 제시하였으며, 4장에서는 본 연구에서 제안한 그린데이터센터의 수준진단모델을 제시하였다. 마지막 5장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대해서 기술하였다.

2. 기존연구에 대한 고찰

2.1 그린 데이터센터의 개념적 정의

가트너, IDC 등 세계적인 IT예측기관에 의하면 IT사용자의 서비스 요구 증가에 따라 컴퓨팅 능력의 급속한 확대에 현재 전체 IT비용의 10%를 차지하고 있는 데이터센터의 에너지 비용은 향후 50%를 상회할 것으로 예측되며, 기존 데이터센터의 60%이상이 공간, 전력, 냉각능력 부족에 직면하고 있는 것으로 조사되었다[4]. 이와 같이 에너지 비용이 데이터센터의 주요 이슈로 부각됨에 따라 기존 데이터센터의 그린화를 통한 그린데이터센터로의 전환·구축에 대한 관심이 증가하고 있다.

한편, 산업계의 다양한 컨소시엄이나 포럼들은 데이터센터의 정의에 대해 다양한 논의를 진행해 왔으나, 명확히 정의하고 있는 문헌은 많지 않다. 더욱이, 그린데이터센터에 대한 정의와 기존 데이터센터와의 차이점을 간명하게 설명하는 것 역시 쉽지 않다.

<표 1> 그린데이터센터의 개념적 정의

구분	정의
PC Magazine [15]	그린 데이터센터는 가능한 경제적으로 운영될 수 있도록 구축되어야 하는데, 빌딩뿐만 아니라 모든 컴퓨터, 전기장치, 조명 시스템 등은 최대 효율을 가져야 한다.
SNIA ¹⁾ [16]	기계, 조명, 전기, 정보시스템 등이 최대 에너지 효율성과 최소한의 환경적인 영향을 갖는 데이터를 저장, 관리하는 리포지토리

<표 1>에서는 두 개의 기관에서 정의한 그린데이터센터에 대한 개념을 정리하였다. 이들은 에너지효율화(Energy Efficiency) 관점에서 접근하고 있으며 특히, 데이터센터의 ROI(Return Of Investment), TCO(Total Cost of Ownership) 관점을 강조하고 있다.

2.2 데이터센터 에너지 효율성 측정기관

에너지효율성(eficiency) 측정은 데이터센터의 생명주기에 있어서 중요한 이슈이며, 이는 “데이터센터의 주어진 작업을 수행하기 위해 요구되는 다양한 자원들의 불필요한 낭비를 줄임으로써 비용을 절감“하는데 초점을 두고 있다. 대표적인 에너지효율성 측정 자로는 업타임 인스티튜트(Uptime Institute)의 CADE(Corporate Average Datacenter Efficiency)[13]와 Green Grid컨소시엄²⁾의 PUE(Power Usage Effectiveness)와 DCiE(Data Center infrastructure Efficiency)를 들 수 있다[11].

CADE는 기술적 효율성에 물리적 설비의 효율성을 곱하는 방법이다. 업타임은 데이터센터의 IT 자산 활용률에 서버의 에너지 효율성을 곱함으로써 IT의 효율성 정도를 계산한다. 물리적 설비의 효율성은 사용 공간의 크기를 측정한 후 건물의 에너지 효율성을 곱함으로써 구할 수 있다. CADE의 수가 높을수록 데이터센터의 에너지 효율성이 높다.

<표 2> PUE/DCiE 정의 및 에너지효율수준

PUE	DCiE	에너지효율 수준
3.0	33%	매우 비효율적
2.5	40%	비효율적
2.0	50%	보통
1.5	67%	효율적
1.2	83%	매우 효율적

PUE = 전체 설비 전력사용량/IT장비 전력량
DCiE = IT장비 전력량/전체 설비 전력량

[출처 : Green Grid]

데이터센터의 에너지효율성을 평가하는 사실표준으로 자리잡은 PUE는 데이터센터 운영의 효율성을 비교하고 에너지 효율성 향상을 통해 데이터센터의 IT장비 수용능력을 증가시키기 위해서 산정되며, 데이터 센터에 공급되는 전체 설비전력량을 IT장비 전력량으로 나눈 값으로 정의된다. 이에 반해 DCiE는 데이터센터 인프라설비 효율을 평가하기 위한 틀로써 이는 IT장비 전력량을 전체설비 전력량으로 나눈 값으로 정의된다.

2.3 데이터센터 에너지 효율성 평가 프레임워크

데이터센터의 에너지 소비증가 문제에 적극적으로 대처하기 위하여 미국의 EPA(Environmental Protection Agency)는 환경부(Department of Environment)와 공동으로 데이터센터 에너지스타(Energy star) 프로그램을 개발·운영중에 있다[18]. 이 프로그램은 온라인 툴을 이용하여 해당 데이터센터의 에너지 효율성을 측정하여 최저 1점에서 최고 100점까지 점수를 부여하며, 75점 이상 획득시 EPA의 실사를 거쳐 에너지 스타 인증을 부여한다. EPA의 데이터센터 에너지 효율성 평가는 면적과 운영시간 등을 고려한 일반 건물의 에너지 효율성 평가 방식이 아닌 PUE 및 UPS시스템 출력 등을 고려한 평가방식을 도입하고 있다[2][3].

1) Storage Network Industry Association(<http://www.snia.org>), 1997년 설립된 비영리기관으로 정보시스템에 대한 표준화, 기술개발, 교육 등의 활동을 수행

2) 전세계 데이터센터의 전력소모를 낮추기 위해 AMD, 휴렛팩커드, IBM, 선마이크로시스템즈 등 IT전문기업 및 전문가들로 2005년 결성된 비영리컨소시엄

<표 3> ASHRAE TC9.9의 평가영역

핵심영역	세부영역
에너지 효율 시스템	조명, 냉각, ICT, 전기적/기계적 시스템
건물 구축	물리적인 빌딩, 설비, 내부시설물들은 에너지 효율을 고려하고 설계 및 선택되어야 하고 덜영향을 받는 자재와 건축기술들을 사용
자산조달	장비는 적절한 환경정책 및 통제를 제공하는 기술로부터 생명주기 환경 영향이 충분히 고려되어 선택
에너지 효율 운영	시스템들은 에너지 효율을 극대화하기 위한 방향으로 모니터링되고 운영되어야 함
지원서비스	환경적인 영향을 최소화하기 위한 방향으로 선택되고 관리
에너지원	태양광, 풍력, 수소, 지열, CHP 등과 같이 신재생 혹은 지역적으로 생성된 에너지의 적절한 사용
폐기물관리	폐기물 혹은 폐열의 감축과 재활용, 재사용(전기, 열, 물, HFCs and HCFCs)

ASHRAE³⁾ TC 9.9에서는 2010년 데이터센터의 에너지 효율평가도구를 개발하였다[7]. 이 도구는 <표 3>에서와 같이 기계설비(Mechanical), 전기설비(Electrical), 기반시설(Facility), 유지관리(Data Center Operations), 효율성/기술혁신(Efficient Practices and Innovation) 등 5가지 평가영역을 갖는다. 각 영역별로 등급을 부여하기 위해서는 반드시 점검해야 하는 필수항목과 선택항목으로 구분된다. 총점 130점 중 28개의 필수항목이 있으며 이는 전체 배점의 22%를 차지한다. 이 평가시스템은 신축되는 데이터센터 내의 전산환경과 에너지효율에 대한 조사를 위해서 특정 IT환경에 초점을 두고 있으며, LEED⁴⁾ 또는 여타 친환경 인증시스템과 같이 인증을 목적으로 하지는 않는다. 다만, 이는 부가적으로 건물의 등급평가를 위한 시스템으로서 역할을 수행할 수 있다[3][19].

GDCA(Green Data Center Alliance)는 최근 데이터센터 에너지효율 프레임워크(DCEEF : Data Center Energy Efficiency Framework) 버전 3.3을 발표하였다[10]. 이 프레임워크는 NYSERDA(New

York State Energy Research & Development Authority)이 주축이 되어 개발되었으며, 데이터센터의 에너지 소비를 절감하기 위한 최적 사례들의 집합으로 데이터센터 전문가들로부터 기 검증된 에너지 절감기술들과 전략들을 광범위하게 반영하고 있다. 이는 “설비를 어떻게 효율적으로 만들 것인가” 뿐만 아니라 “데이터센터를 얼마나 효율적으로 운영할 것인가”를 잘 설명하고 있다. 이 프레임워크의 구성은 설비 디자인 및 엔지니어링(Facility Design and Engineering), 정보기술(Information Technology), 공정(Process), 가버넌스(Governance), 재정(Finance) 등 5가지 도메인에 대한 최적 사례들을 포함하는 거시적 접근방법(holistic approach)을 채택하고 있다. 각각의 도메인은 3단계 점진적인 성능수준을 나타내는 요구사항을 갖는다. DCEEF는 아울러 요구사항 값을 결정하기 위한 요소를 제시하였는데 각각의 요구사항이 보다 높은 수준에 부합하려면 보다 많은 재정적 투자와 노력이 요구된다. 그러나 이는 균형 잡힌 효율성 이득(efficient gain)을 제공하며, 이 시스템의 등급부여는 ROI에 초점을 맞추고 있다.

2.4 그린 성숙도평가 모델

글로벌 IT 컨설팅그룹인 액센츄어는 조직차원의 그린 IT 도입 수준을 진단하고 녹색 역량 강화를 위한 개선과제를 도출하기 위해 GMM(Green Maturity Model)을 개발하였다[3]. GMM은 데이터센터, 사무환경, 업무방식, 조달, 협력적시민의식 등 5개 영역에 대해 0부터 5단계까지의 성숙도를 진단한다. 이는 그린IT와 관련된 계획수립, 기술/인프라, 활용에 이르는 전반적인 경영활동을 포괄하고 있으며, 5개 핵심영역과 15개 항목의 기본모델로 구성된다. 이들 기본모델은 60개 항목의 중간모델 그리고 평가지표에 해당하는 300개 항목의 상세 모델로 세분화되어 있다.

한편, 2011년 Green Grid컨소시엄은 데이터센터의 에너지효율성과 지속가능성을 측정하여 개선할 수 있도록 데이터센터 성숙도모델(DCMM : Data Center Maturity Model)을 발표하였다[12]. DCMM은 데이터

3) American Society of Heating, Refrigerating and Air로써 냉각시스템에 특화된 Ashre는 1894년에 설립된 비영리기술단체로 전 세계적으로 50,000명의 회원을 보유하고 있으며, 2,000명의 기술위원회전문가로 구성

4) Leadership in Energy &Environmental Design의 약어로 미국의 녹색건축위원회에서 개발, 국제적으로 인정받는 녹색건물 인증 제도

센터의 소유자 혹은 운영자들이 그들의 영역에서 현재의 성능을 벤치마크하고, 성숙도 수준을 결정하며, 현재와 미래에 보다 나은 에너지 효율을 달성하기 위해서 나아가야하는 방향을 식별하기 위한 목적으로 제안되었다. DCMM은 <표 4>에서와 같이 Facility, IT 핵심영역과 8개의 세부영역 그리고 총 66개의 평가항목으로 구성되어 있다. 데이터센터의 성숙도수준은 0단계(Minimal/No Progress), 1단계(Part Best Practice), 2단계(Best Practice), 3~4단계(Reasonable Steps), 5단계(Visionary - Five Years Away) 등 6단계로 평가한다.

<표 4> DCMM 평가영역

핵심영역	세부영역(측정지표)
Facility	power(4), cooling(6), other facility(6), management(6)
IT	Compute(5), Storage(5), Network(6), Other IT(8)

<표 5> 그린 ICT 스코어카드 평가영역

핵심영역	세부영역
지속가능한 개발/협력적인 사회적책임	비즈니스 및 소비자의 영향 기타 협력적인 정책 일반 건물 설계
에너지효율/장비최적화	인구통계-협력 인구통계-데이터센터 인구통계-인프라스트럭처 데이터센터 - 프로파일 진력관리 활용 난방, 통풍, 공조 공급관리 생명주기관리 교환 정책
그린IT 정책	환경적인 효율성 CSR 주도를 위한 IT의 공헌 폐기물관리 및 매각 조달정책 환경적인 지속가능성에 영향을 미칠 수 있는 분야에서의 IT 적용

2008년 영국정부는 정부기관의 녹색정보화 수준을 진단하고 개선과제를 도출하고자 가트너그룹과 공동으로 그린 ICT 스코어카드를 개발하였다[6]. 이는 <표 5>에서와 같이 녹색IT정책(Green IT Policies), 에너지효율화 및 장비최적화(Energy efficiency &

equipment optimization), 지속가능한 개발/협력적인 사회적 책임(Sustainable Development/Corporate Social Responsibility) 등 3개 영역, 301개 지표로 구성되며, 지표별 진단점수는 영역별로 합산되어 통합된 점수로 제시되고, 녹색정책, 정책 관리 방식, 에너지 효율성, 폐기물 관리, 공급업체 관리, 구매, 건물, 행동 등에 대해 환경친화적 정보화 수준을 진단한다. 아울러 데이터베이스에 축적된 다른 기관 점수와도 비교·분석할 수 있어 기관간 녹색정보화 정책 및 활동에 대한 비교와 개별기관의 장단점을 파악하는데 유용한 도구로 활용하고 있다.

그밖에 호주 커넥션연구소(Connection Research)는 기업의 녹색정보화 수준진단을 위해 그린IT준비지수(Green IT Readiness Index)를 개발하였다[5,17]. 또한, 2009년부터 멜버른 왕립 기술 연구소(Royal Melbourne Institute of Technology)와 공동으로 200여개 호주기업을 대상으로 그린IT준비지수를 측정하여 발표하고 있다. 이러한 그린IT준비지수는 태도, 정책, 사례, 기술, 측정 영역에 대해서 생명주기, 최종 사용자, 기업, IT활용 등 4가지 관점에서 36개 항목을 평가한다.

국내의 경우 한국정보화진흥원의 녹색정보화 성숙도 평가모형을 들 수 있다[3]. 녹색성장 수준을 진단하고 개선사항을 도출해 조직의 녹색 경쟁력을 강화하기 위하여 GMM, 그린 ICT 스코어카드 등을 참조하여 2010년 개발되었다. 이 모델은 선행연구를 통해서 도출한 300여개 관련 지표 중 66개를 후보지표로 선별한 후 전문가 델파이 조사 및 CVR 분석을 거쳐 5대 영역, 15개 세부항목, 64개 지표를 선정하고 각 지표별로 0~5단계로 성숙도를 정의하고 있다.

3. 연구방법

3.1 연구 방법 및 절차

본 연구는 자료조사단계, 분석·정리단계, FGI계획단계, FGI주체구성단계, FGI수행단계 등 5단계로 진행하였다. 자료조사단계는 인터넷 및 문헌조사를 통해서 그린데이터센터에 대한 개념과 정의, 데이터센터 에너지효율 척도 및 다양한 평가모델, 그린데이터센터 성숙도평가모델 등에 대한 자료를 수집하였다.

수집된 자료에 대한 분석·정리 단계에서는 그린데이터센터의 정의 및 구성 요소, 그린데이터센터 성숙도 진단모델 개념, 성숙도 진단 프레임워크, 진단항목 및 세부 평가지표 등의 자료를 다음단계를 위한 준비측면에서 분석하였다. FGI계획 단계로에서는 일반적으로 FGI에 큰 영향을 미칠 수 있는 참여자, 분석자, 사회자 등 FGI 주체와 참여자 집단의 크기나 층분성, 참여자의 발표유도방안, 분석주체(사회자, 참여자 혹은 제3자) 및 방법 등 FGI 주체별 고려요소를 반영하여 계획을 수립하였다. 4단계는 FGI의 핵심요소인 사회자, 참여자 등 주체 구성이다. 본 연구를 위해서 그린데이터센터 구축 및 관련 컨설팅에 풍부한 경험을 보유한 민간IT기업(IBM, HP, Accenture, EMC) 전문가 4명과 대학, 연구소 전문가 4명 등 총 8명으로 FGI주체를 구성하였다. 마지막으로 5단계는 <표 6>에서 보는 같이 FGI수행단계로 2010년 3월부터 약 9개월간 15차례의 FGI를 실시하였다. 특히, FGI에 대한 결과정리는 세부분야별 전문성을 고려하여 주제별로 사회자와 참여자가 각각 정리하도록 하고 그린데이터센터성숙도 진단모델 개념, 세부 평가지표설정 등 FGI주체에 따라 재귀적인 FGI를 수행하였으며 최종 라운드에서 사회자가 이를 종합하여 모델을 확정하는 과정을 거쳤다.

<표 6> FGI 시행 차수별 주제 및 검토내용

차수	주제 및 검토내용
1차	기존 모델 검토 및 한계 파악
2차	Green Data Centre의 정의 및 구성 요소
3~5차	Green Data Centre 성숙도 진단모델 개념
6차~8차	성숙도 진단 프레임워크 및 평가항목 설정
9차~13차	세부 평가지표설정
14차	평가방법 설정
15차	성숙도 진단모델 확정

3.2 연구방법 적합성 평가

본 연구의 핵심연구 방법으로 FGI(Focus Group Interview)를 채택하였다. FGI는 정량적 조사의 가설 설정이나 정량적 조사의 예비적 정보수집, 소비자언어의 수집이나 가설의 검증 및 확인을 위해 유용하게 사용되어 왔으며, 본 연구와 같이 심층적인 분석을

요하는 질적연구에 적합한 기법으로 사료된다. 성숙도 진단모델 수립과 같이 심층적인 문제를 분석하는 질적연구에 심층적인 문제점을 분석하기 위해서는 FGI와 같은 질적 연구방법이 선호되고 있다. FGI는 소규모 그룹의 참여자간에 자신의 경험이나 의견을 표현할 수 있고, 즉흥적인 질문이나 반응을 허용함으로써 다양하고 심도 있는 의견을 수렴할 수 있다. 이러한 특성으로 인해 FGI는 잘 알려지지 않은 주제나 현상을 이해하는 방법으로 사용된다. 또한, 참여자간의 상호작용이나 토론을 통해 나타난 집단전체의 의견은 개인 의견의 총합이상으로 의견 형성에 대한 관찰을 통해 참여자의 의식수준과 결정요인에 대한 정보를 충분하게 수집할 수 있다는 장점이 있다.

즉, 본 연구와 같이 기존모델을 분석하고 이에 대한 문제점을 파악하고 주어진 문제에 적합한 개선안을 도출하는 경우에 양적 분석에서는 질문을 통하여 구체적인 사안의 세부적인 내용을 파악하기에는 한계가 있으며, 따라서 계량적인 분석보다는 심도있는 인터뷰, 문헌분석, 현장방문을 통한 직접관찰과 같은 정성적인 분석방법이 보다 적합하며, 전문가가 많지 않은 본 연구주체와 같은 경우 소규모 집단을 대상으로 한 FGI 방법이 타당한 것으로 보인다.

4. 그린데이터센터 수준 진단모델 개발

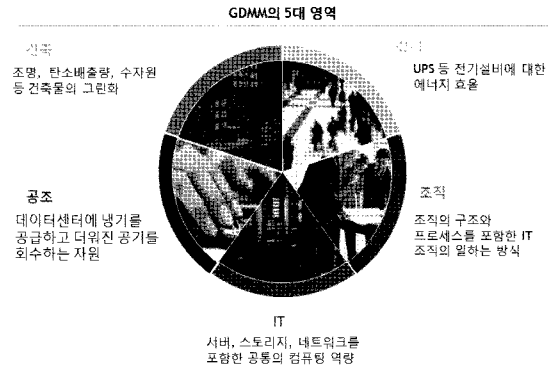
4.1 지표개발 및 선정

그린데이터센터 성숙도 수준 진단을 위하여 액센츄어의 GMM, DCEEF, 그린 ICT 스코어카드 등 성숙도 평가모델과 ASHRAE의 데이터센터의 에너지 효율평가도구를 참조하여 데이터센터의 생명주기를 고려하여 그린데이터센터 성숙도 수준 진단지표를 개발하였다. 액센츄어의 GMM, DCEEF, 그린 ICT 스코어카드, 호주 그린 IT 준비지수(Green IT Readiness Index), EU Code of Conduct[8,9] 등 기존 성숙도평가 모델들은 데이터센터의 성숙도 평가를 위해서 필요한 핵심사항들을 잘 정리하고 있으며, 어느 조직에서도 적용가능하도록 일반적이고 범용적인 특성을 가지고 있다. 그러나, 이들은 평가대상영역의 광범위성에 비해 상대적으로 측정지표수가 적어 측정의 충분성이 낮다는 단점을 가지고 있다. 따라서 지표

개발에 있어서 이를 고려하여 평가영역별로 적절한 지표수를 갖도록 하였다. 또한, 기존 모델이 현행 운영중인 데이터센터의 성숙도만을 평가하도록 되어 있어 데이터센터의 전 생명주기에서 측정이 가능하도록 하였으며, 전체조직 단위 뿐만아니라 기능이나 부서 단위의 진단이 가능하도록 하였다. 한편, GMM, DCEEF, 그린 ICT 등 기존 성숙도 진단지표 중 건축, 공조, 전기, IT, 조직 등 5개 진단영역의 관련지표 분석하여 151개의 후보 지표를 선정하였다.

4.2 그린데이터센터 성숙도 모델 구성

본 논문에서 제안한 그린데이터센터 성숙도 모델 (GDMM : Green Datacenter Maturity Model)은 그린IT 도입 수준을 진단하고 녹색 역량 강화를 위한 개선과제를 도출하기 위해서 성숙도 평가를 통해서 수준을 진단하는 모델로 정의할 수 있다. 이러한 그린데이터센터 성숙도 모델은 소프트웨어와 시스템 공학의 역량 성숙도를 평가하는 CMMI(Capability Maturity Model Integration)에 기반하고 있다.



[그림 1] GDMM의 핵심영역

GDMM은 기존의 성숙도 진단모델과 다르게 그린 데이터센터와 관련된 기술 및 인프라, 활용 수준, 조직에 이르는 데이터센터의 전반적인 경영활동을 진단 대상으로 한다. 이들은 [그림 1]에서와 같이 건축, 공조, 전기, IT, 조직 등 5개 핵심영역으로 정의되며, 이들 5개 핵심영역에 대해서 [그림 2]에서와 같이 0단계(Incomplete 단계)부터 5단계(Optimized 단계)까지 성숙도를 진단한다.



[그림 2] 단계별 성숙도 정의

GDMM의 각 영역별 수준은 다시 기획/도입, 운영/관리, 폐기 등 데이터센터 생명주기에 따라 성숙도를 진단할 수 있다. 즉 생명주기상의 기획 및 도입단계에서의 수준0에 대한 정의와 운영 및 관리단계에서의 수준0에 대한 정의는 <표 7>에서 보는 바와 같이 "설계단계에서 건물의 부하저감 및 에너지 효율, 친환경성을 고려하지 않고 프로세스도 없음"과 "건물의 부하저감 및 에너지 효율을 측정하고 있지 않으며, 대응하지 않음"으로 다른 정의를 갖는다. 이는 일반적인 성숙도모델에서의 단계별 성숙도 정의와는 다소

차이를 갖는다.

세부적인 측정지표는 건축, 공조, 전기, IT, 조직 등 5개 핵심영역에 대해 기획/도입, 운영/관리, 폐기/재활용 등 생명주기에 따라 총 145개의 측정지표로 구성된다. 145개의 세부적인 측정지표는 해당지표가 해당영역에 미치는 영향도를 반영하기 위해서 H(high : 3), M (middle, 2), L(Low, 1) 등 3단계의 가중치를 갖는다. 이러한 가중치에 따라 평가시 점수를 달리 적용한다.

<표 7> 그린데이터센터 수준 정의(건축분야 예시)

구분	업무 영역		
	기획/도입	운영/관리	폐기/재활용
수준0 (부재)	<ul style="list-style-type: none"> 설계단계에서 건물의 부하저감 및 에너지 효율, 친환경성을 고려하지 않고 프로세스도 없음 	<ul style="list-style-type: none"> 건물의 부하저감 및 에너지 효율을 측정하고 있지 않으며, 대응하지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> 센터 사용시 발생하는 폐기물에 대한 기준과 재활용에 대한 프로세스가 없음
수준1 (초기)	<ul style="list-style-type: none"> 설계단계에서 건물의 부하저감 및 에너지 효율, 친환경성의 필요성은 인식하고 있지만 반영하기 위한 프로세스는 없음 	<ul style="list-style-type: none"> 건물의 부하저감 및 에너지 효율을 관리하고 에너지 절감과 환경개선에 대한 필요성은 인식하고 있지만 프로세스와 기준은 없이 산발적으로 대응 	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 폐기 및 재활용에 대한 필요성은 인식하고 있지만 프로세스는 없음
수준2 (반복/직관)	<ul style="list-style-type: none"> 설계/도입시 에너지 효율을 검토하는 프로세스는 없지만 담당자의 의견이 각 요소에 부분적으로 반영되어 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 건물의 부하저감 및 에너지 효율을 관리하고 에너지 절감과 환경개선에 대해 운영담당자 혹은 부서에 따라 노력은 하기도 하지만 전사적 프로세스와 기준은 없음 	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 폐기 및 재활용에 대한 정책이 필요에 따라 부분적으로 실시됨
수준3 (정의)	<ul style="list-style-type: none"> 설계/도입 시 건물의 부하저감 및 에너지 효율, 친환경성을 검토하는 프로세스와 기준이 설정되어 있으나 체계적으로 수행되지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> 건물의 부하저감 및 에너지 효율을 관리하고 에너지 절감과 환경개선에 대한 프로세스와 기준은 있지만 준수 여부는 관리하지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 폐기 및 재활용을 실시하는 프로세스는 있지만 준수 여부는 관리되지 않음
수준4 (관리/측정)	<ul style="list-style-type: none"> 설계/도입시 건물의 부하저감 및 에너지 효율, 친환경성을 검토하는 프로세스와 기준이 설정되어 있으며, 준수 여부를 효과적으로 관리되고 있음. 업계 최고 수준의 제품 	<ul style="list-style-type: none"> 건물의 부하저감 및 에너지 효율 및 절감과 환경개선에 대한 모니터링을 하고 있으며, 관리단계와 레벨별로 주기적으로 관리, 	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 폐기 및 재활용에 대한 프로세스가 있으며 실시 여부를 관리하고 있음
수준5 (최적)	<ul style="list-style-type: none"> 설계/도입시 건물의 부하저감 및 에너지 효율, 친환경성을 검토하는 프로세스가 최적(이론상)의 베스트 프랙티스 수준으로 관리되고 지속적으로 개선되고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 건물의 부하저감 및 에너지 효율 및 절감과 환경개선을 위한 분석 및 예측을 통해 지속적으로 개선하고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 폐기 및 재활용을 실시하고 있으며, 환경오염을 줄이기 위한 방안으로 개선하고 있음

4.3 수준진단 적용 및 평가방법

CMMI 등 일반적인 성숙도 모델의 측정 프레임워크는 <표 8>과 같이 평가항목별로 세부 측정지표가 제시되어 있으며, 측정지표가 지시하고 있는 목적을 달성하였는지 평가함에 있어 NPLF의 4가지 척도로 구분하고 어느 수준을 달성하였는지에 판정하게 된다. 이후, 이러한 측정지표의 달성정도를 종합하여 해당 성숙도 단계를 평가하는 방법을 사용하며, 활동수준의 연속적인 향상을 전제로 하고 있다. 그러나 이러한 평가방법은 단계의 연속적인 향상을 전제로 하고 있어 본 모델과 같은 결정적 평가에 사용하기 어려워 GMM과 같은 성숙도 모델에서 사용하는 결정적 평가 모델을 적용한다.

성숙도에 대한 평가는 5개 영역 혹은 각각의 개별 영역에 대해 기획/도입, 운영/관리, 폐기/재활용 등 3단계 생명주기에 따라 이루어질 수 있다. 일례로 전기분야의 기획/도입단계의 성숙도를 측정하고 평가결과를 정리하는 경우를 보자. 첫째, 우선 진단항목인 "부지선정 시 건물의 에너지 효율을 고려가 이루어 졌습니까?"라는 항목에 수준진단정의서의 내용에 따라 "필요성을 인식하지 않았으며, 고려하지 않았습니다."라는 판단되면, 평가점수는 0점으로 주어진다.

둘째, 이와 같은 방식으로 해당단계의 모든 진단항목에 대해 반복적으로 평가를 수행한다. 셋째, 평가결과에 가중치(H=3, M=2, L=1)를 적용한 환산치를 구한다. 넷째, 전기분야의 기획/도입단계의 성숙도를 판정하기 위해서 환산치의 합을 구한 뒤 이를 가중치의 합으로 나눈다. <표 9>에서는 진단항목 6개에 대한

<표 8> 측정지표 수준평가기준

수준	의미	내용	달성범위
N	미달성 (Not achieved)	평가 대상 지표에서 정의된 속성이 달성되었다는 증거가 거의 없음	0 ~ 15%
P	부분 달성 (Partially achieved)	평가대상 지표에서 정의된 속성 달성을 시도하였고, 부분적으로 속성을 달성했다는 증거가 있음 달성된 속성의 일부 조차도 향후 달성이 가능할지 예측할 수 없음	16% ~ 50%
L	대부분 달성 (Largely achieved)	평가 대상 지표에서 정의된 속성에 대한 체계적인 접근과 뚜렷이 달성되었다는 증거가 있음 평가 대상 지표에서 이 속성과 관련된 일부 약점이 존재할 수 있음	51% ~ 85%
F	완전 달성 (Fully achieved)	평가 대상 지표에서 정의된 속성을 완전히 달성하고 완전하고도 체계적인 접근을 했다는 증거가 있음 평가 대상 지표에서 본 속성과 관련된 심각한 약점이 존재하지 않음	86% ~ 100%

<표 9> 기획/도입단계 수준측정 결과(예시)

핵심영역	단계	진단항목	가중치	평가	환산치
전기	기획/ 도입	1. 부지선정 시 건물의 에너지 효율을 고려가 이루어 졌습니까?	H(3)	0	0
		2. LEED 또는 그린빌딩 기준에 의한 설계를 고려하였습니까?	H(3)	1	3
		3. 건물 부하를 줄이기 위한 지붕 및 외피에 대한 설계방안이 고려되었습니까?	H(3)	4	12
		4. 귀사는 사무실 및 데이터센터 주위의 생태환경을 보존을 정책을설계에 반영하였습니까?	L(1)	5	5
		5. 지속적으로 확장 가능한 모듈형 설계 개념을 공간 설계에 적용 하였습니까?	H(3)	3	9
		6. 지속적으로 확장가능한 모듈형설계 개념을 전력 및 공조 설비에 적용하였습니까?	H(3)	4	4
합계			6(16)	17	33
평균				2.83	2.06

환산치의 합이 33이고 가중치의 합을 16으로 성속도는 2.06에 해당한다. 이러한 수치는 가중치를 반영하지 않은 경우보다 낮은 것으로 이는 가중치가 높은 항목 즉, "부지선정 시 건물의 에너지 효율을 고려가 이루어 졌습니까?"에서 0점을 획득함에 따라 전체적인 성속도에 반영된 것으로 볼 수 있다.

만약, 전기분야의 기획/도입단계의 성속도 뿐만 아니라 건축, 공조, IT, 조직 등 다른 분야의 성속도를 측정하였다면, <표 10>에서와 같은 결과를 제시할 수 있다. 여기에서 전기분야와 건축분야의 성속도 수준은 2단계이며, 공조, IT, 그리고 조직은 3단계로 볼 수 있다. 이러한 결과를 통해 해당 데이터센터에서의 그린화 정도가 가장 낮은 분야와 또한 다른 조직과의 비교를 통한 상대적인 정도를 평가할 수 있을 것이다.

<표 10> 핵심영역별 수준측정 결과(예시)

단계	핵심영역	성속도
기획/도입	전기	2.06
	건축	2.37
	공조	3.72
	IT	3.12
	조직	3.53

5. 결론 및 향후과제

그린데이터 센터 등 그린 IDC 실현을 통한 조직의 녹색 경쟁력 강화를 위해서 현재의 성속도를 파악하고 이를 향상하기 위한 개선과제를 도출하는 작업이 선행되어야 하나 국내의 경우 적절한 그린 데이터센터

터의 성숙도를 진단할 수 있는 적절한 도구가 없는 상황이다. 따라서 본 논문에서는 성숙도 모델을 기반으로 국내·외 그린화 정도를 진단할 수 있도록 그린 데이터센터 수준진단 모델을 개발하였다. 본 논문에서 제시한 진단모델은 데이터센터와 관련된 기술 및 인프라, 활용 수준, 조직에 이르는 전반적인 경영 활동 범위와 그들에 대한 기획/도입, 운영/관리, 폐기까지의 생명주기에 대해서 0단계부터 5단계로 성숙도를 진단한다.

본 연구에서 제안한 진단모델은 구축중에 있거나 현재 운영중인 데이터센터의 그린화 정도를 진단하고 이를 통해서 에너지절감 방안을 모색하고자하는 조직에서의 자발적인 자기진단을 위한 도구로써 활용될 수 있다. 이는 <표 11>에서 요약한 바와 같이 DCMM, GMM, 그린ICT 스코어카드 등 기존의 대표적 그린성숙도 평가모델과 다른 3가지의 차별적인 특

성을 갖는다. 첫째, 각 핵심영역별, 생명주기별 측정이 가능하도록 하였다. 둘째, 전체조직 단위 뿐만 아니라 조직의 기능 단위나 부서단위에서 진단이 가능하도록 구성하여 진단모델의 활용도를 높이도록 하였다. 셋째, 생명주기나 측정영역별로 적정수치의 측정지표를 제시함으로써 측정결과와 타당성을 확보하도록 하였다.

향후 본 연구에서 제안한 진단모델의 완성도를 높이기 위해서 측정항목에 대한 세분화, 평가방식의 정교화, 전문가 대상의 설문조사 등을 통해 측정항목의 객관화 등의 작업을 수행할 필요가 있다. 더 나아가 그린 데이터센터 진단방법에 관한 표준화 측면에서 건축, 공조, 전력, IT 장비 분야 등 데이터센터의 에너지 효율성 및 친환경성 등 전반적인 그린화 수준을 진단할 수 있는 방법론에 대한 표준화 작업을 수행할 필요가 있다.

<표 11> 기존모델과 제안모델과의 비교

성숙도모델	핵심영역	세부영역(측정치표)		특징평가
DCMM (Data Center Maturity Mode)	Facility	power(4), cooling(6), other facility(6), management(6)		- 현행 운영중인 데이터센터 그린화정도를 평가하는 모델로 측정지표의 수가 66개로 작아 측정자료의 충분성 미흡 - 측정지표들이 PUE와 같이 에너지효율성 측면을 강조
	IT	Compute(5), Storage(5), Network(6), Other IT(8)		
GMM	데이터센터, 사무환경, 업무방식, 조달, 협력적시민의식	기본모델(15)-중간모델(60)-상세모델(300, 측정 지표에 해당)로 구성		데이터센터만이 아닌 조직의 그린 IT 정도를 평가하기 위한 모델로 측정결과와 판단이 전문가에 의존
그린ICT 스코어카드	지속가능한 개발/협력적인 사회적책임	비즈니스 및 소비자의 영향, 기타 협력적인 정책, 일반 건물 설계	301개 측정항목으로 구성	데이터센터를 대상을 국한하지 않고 조직 전체차원의 녹색정보화 수준을 진단
	에너지효율/장비최적화	인구통계-협력, 인구통계-데이터센터, 인구통계-인프라스트럭처, 데이터센터-프로파일, 전력관리, 활용, 난방/냉방/공조, 공급관리, 생명주기관리, 교환 정책		
	그린IT 정책	환경적인 효율성, CSR 주도를 위한 IT의 공헌, 폐기물관리 및 매각, 조달정책, 환경적인 지속가능성에 영향을 미칠 수 있는 분야에서의 IT 적용		
제안한 GDMM	건축, 공조, 전기, IT, 조직	기획, 운영/관리, 폐기 및 재활용 등 생명주기에 기반하여 145개의 측정지표로 구성		데이터센터의 생명주기에 따라 그린화 정도를 진단 가능

참 고 문 헌

- [1] 일본 경제산업성(2008), "Green IT Initiative in Japan".
- [2] 한국정보화진흥원(2010), "EPA, 데이터센터에 에너지 스타 프로그램 도입 계획 발표", 녹색정보화 뉴스레터 제1호, 2.
- [3] 한국정보화진흥원(2008), "국내 기업의 녹색정보화 수준진단 및 개선 전략," Green IT Focus, 제1호.
- [4] 정보통신정책연구원(2008), 환경 및 생태계 유지발전을 위한 통신 정책적 대응, 정책연구 08-74.
- [5] Alemayehu Molla, Vanessa Cooper(2009), "GREEN IT READINESS: A FRAMEWORK AND PRELIMINARY PROOF OF CONCEPT", Australasian Journal of Information Systems Vol.6(2).
- [6] Catalina McGregor(2009), "UK GOV Where are we?," http://cdn.netamia.com/itst/ict2009/catalina_mcgregor-207-1243496899.pdf.
- [7] EPA(2010), "Recommendations for Measuring and Reporting Overall Data Center Efficiency,".
- [8] EUROPEAN COMMISSION(2008), "Code of Conduct on Data Centres Energy Efficiency Version 1.0,".
- [9] EUROPEAN COMMISSION(2010), "2010 Best Practices for the EU Code of Conduct on Data Centres,".
- [10] The Green Data Center Alliance(2010), "Data Center Energy Efficiency Framework (DCEEF)," http://www.greendca.org/framework/GDCA_DCEEF_RC1.pdf.
- [11] The Green Grid(2008), "Data Center Efficiency Metrics: mPUE™, Partial PUE, ERE, DCcEDan," http://www.thegreengrid.org/~media/TechForumPresentations2011/Data_Center_Efficiency_Metrics_2011.ashx?lang=en.
- [12] The Green Grid(2011), "DATA CENTER MATURITY MODEL," white paper #36. http://www.thegreengrid.org/~media/WhitePapers/Data%20Center%20Maturity%20Model%20White%20Paper_final.ashx?lang=en.
- [13] John R. Stanley, G. Brill, Jonathan Koomey(2010), "Four Metrics Define Data Center Greenness," White paper, Uptime Institute.
- [14] Simon Mingay(2007), "Green IT: The New Industry Shock Wave," Gartner Research.
- [15] Steve Berkovich, Teresa Tung(2009), "Green Data Centers & The Data Center Dashboard," OSISoft User Conference 2009.
- [16] Rick Bauer(2008), "Building The Green Data Center-Toward the best practices and technical consideration," SNIA. http://www.snia.org/education/tutorials/2008/spring/green/Bauer-Squire_Building_the_Green_Data_Center.pdf.
- [17] Tony Chan(2009), "Green IT now imperative for today's corporations," Connection Research.
- [18] <http://www.energystar.gov>.
- [19] <http://tc99.ashraetcs.org>.



나 종 회

1990 성균관대학교 정보공학과
(공학사)

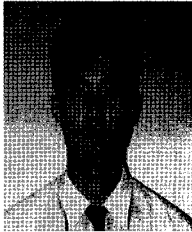
1992 성균관대학교 정보공학과
(공학석사)

2001 성균관대학교 정보공학과 (공학박사)

2001~현재 광주대학교 물류유통경영학과 부교수

관심분야: e비즈니스, 클라우드컴퓨팅, 시스템
성능평가

E-Mail: jhra@gwangju.ac.kr



이 상 학

1993 홍익대학교 산업공학과
(공학사)

2001 연세대학교 산업대학원
(경영학석사)

1993~현재 한국정보화진흥원 수석연구원

관심분야: 그린데이터센터, 클라우드컴퓨팅

E-Mail: lsh@nia.or.kr