

에너지 절감을 위한 네트워크 관련 기술 동향

최원석, 최성곤*
충북대학교

요약

자원 고갈 및 CO2증가로 인한 지구 온난화 문제에 따라, 전 세계적으로 에너지 절감을 위한 노력이 매우 활발하게 진행되고 있다. 특히, ICT 영역에서의 에너지 소비 측면에서 인프라에서의 비중이 매우 높은 것을 감안하여 네트워크 관련 분야에서의 연구 개발 및 국제 표준이 다양하게 진행되고 있다.

따라서, 본 고에서는 네트워크 관련 국내외 연구, 기술 개발 및 국제 표준 관련 내용을 살펴보고, 이를 통해, 국내 산학연에서의 에너지 절감을 위한 네트워크 관점에서의 지향점을 살펴보고자 한다.

이를 위해, 1장에서는 ESM 연구의 의미에 대해서 소개하고, 2장에서는 ESM 연구 동향과 표준화 동향에 대해서 소개한다. 3장에서는 2장의 국제적 연구 및 표준화 동향을 바탕으로 향후 추진 방향을 전망해본다.

I. 서론

CO2증가 및 지구 온난화 문제에 따라 전 분야에서 에너지 관련 이슈들이 중요 문제로 대두 되고 있다. 이중 IT 업계가 전 세계 탄소 배출량의 2%를 차지하고 있으며, 앞으로 2016년 까지 전 세계 탄소 배출량의 10~15%를 차지 할 것으로 예상되어 ICT에서의 에너지 효율성에 대한 요구가 증가되고 있다[1][2].

또한, 융합기술 및 녹색기술이 주요 성장동력원으로 부상하고 있으며, 전 산업분야에서 디지털화 확산이 가속화되고 있다. 이에 따라 IT산업과 타 산업간의 융합 가속화 및 에너지 절감을 위한 네트워크 관련 인프라에 대한 요구가 증대되고 있다.

이에 따라, 세계 선진 각국에서는 에너지 소비 관점에서, 기존 통신망을 새로이 점검하고 통신망 재설계, 구축, 운용할 수 있도록 정부 지원 계획을 수립함과 동시에 정부 차원에서 IT 분야 에너지 소비 가이드라인을 제시하고 동시에 규제 계획을 수

립 중에 있다.

네트워크는 통신을 위한 장비들의 집합체로 대용량의 정보 전송, 복잡한 실시간 서비스들의 제공 등을 위해 많은 양의 에너지를 소모하고 있다. ITU-T에 따르면, 네트워크 분야가 전 세계 4%의 전기를 소모하는 것으로 알려져 있다 [3]. <그림 1>은 ICT 섹터 내부에서의 에너지 소모 비율을 나타낸 것으로 서버의 운용을 포함하면 약 50% 가량의 에너지가 네트워크의 운용과 관련된 에너지 소모이다[2].

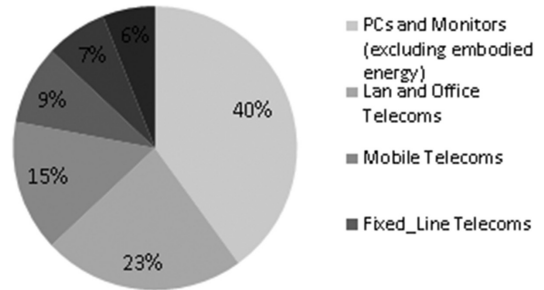


그림 1. 4D 아키텍처

에너지 관련 네트워킹 기술은 기존 네트워킹 기술과 동일한 성능을 나타내지만 에너지를 더 적게 사용하는 설계를 포함한 기술적 측면에서의 접근과, 효율적 운영을 통한 에너지 효율 향상을 목표로 한 운영 방안으로 크게 나누어 볼 수 있다.

현재의 네트워크는 상시운용을 원칙으로 하여 성능과 안정성을 중요시하는 개념이 정립되어 불필요한 에너지 낭비를 초래하는 실정이다. 이에 따라, 통신 인프라 중 에너지의 낭비가 심한 장비에 대한 동작 패턴 연구와 에너지 소비량의 측정 및 운영 방안의 효율성 제고 등을 통해 장비의 효율적 동작 패턴 및 에너지 소비 절감 방안의 결과를 도출하고자 연구가 진행 중이다[4].

현재까지 기술적 측면에서의 에너지 절감을 위한 기술로는 트래픽관련 제어기술, 장비의 동작 조건(Active/Sleep Mode 등)을 활용한 기술, 소자의 효율 향상 기술 등이 소개되고 있으나, 이러한 기술들에 앞서 기존 기술과의 비교를 위한 효율성 측정과 전력 또는 에너지 측면에서의 직,간접적 측정 방법에 대한 논의도 심도있게 진행 중이다. 따라서, 본 고에서는 에너지 효

* 교신저자: sgchoi@cbnu.ac.kr

율성 측면에서 관련 국내의 기술 동향 및 표준화 동향을 살펴보고, 향후 진행할 연구 개발의 지향점을 도출해 보고자 한다.

II. 에너지 절감을 위한 기술 및 표준화 동향

1. 에너지 효율관련 네트워크 기술 연구 동향

최근 선진국에서는 통신장비의 에너지 효율성 평가를 위한 지표 개발 및 국제 표준을 추진 중이며 일부 해외 통신사업자는 이미 도입을 시작했다. 국내의 기술 개발은 다음과 같다.

미국의 경우, 버클리 연구소는 에너지 효율 측정 표준 및 정책 정립을 위해 National EM&V standard를 추진 중이며, 남플로리다 대학과 로렌스 버클리 국가연구소는 공동으로 이더넷 링크 속도 적응 기술, 신속한 물리계층 전송 선택 기술, 효과적인 스위칭 시간 등에 관한 에너지 절감형 이더넷 프로젝트를 추진하고 있으며, 통신사업자인 Verizon은 자사에 납품되는 통신장비의 에너지 효율에 관한 요구사항을 제시한 문서를 '08년에 배포, 11년에 네트워크에 흐르는 트래픽의 양에 따른 에너지 소비량을 측정하기 위해 "carbon intensity metric"을 개발했다[5].

약 250개의 북미 지역 통신 회사로 구성된 ATIS는 "Energy Efficiency for Telecommunication Equipment: Methodology for measurement and Reporting, General Requirements"와 "Energy Efficiency for Telecommunication Equipment: Methodology for measurement and Reporting, Transport Requirements (TDM/MSPP/ROADM/mux equipment)" 등의 표준 문서를 '09년 3월 발표하였으며, 광대역 네트워크 게이트웨이와 광대역 원격 액세스 서버, 방화벽/DPI에 대한 계획을 통해 지속적으로 에너지 효율성 향상을 추진하고 있다.

유럽의 경우, 핀란드는 국가 경제 관점에서 2020년까지의 에너지 절감 계획을 세우고, 효율성 향상과 측정 방법, ClimBus 프로그램을 통한 에너지 효율 정책 등의 분야에서 다양한 시도를 하고 있는 것으로 파악 된다.

그 외에 Earth Project 등을 통해 최소 50%의 에너지 절감 효과를 위한 무선 통신 분야에서의 전반적인 연구를 진행하고 있으며 각종 협의체 등이 운영 중이다.

관련 단체 및 포럼 활동으로는 대표적으로 그린터치를 들 수 있다. 그린터치에서는 트래픽의 양이 Full Load 또는 Low Load인 경우, 트래픽 종류가 Variable한 경우에 대해서 각각 파워 소비량을 측정하고, 실시간으로 처리하기 위한 파워 소비

량이 상대적으로 크다는 것을 알고, 트래픽의 양보다는 트래픽을 처리하기 위한 하드웨어 종류와 포트 수에 의해 소비되는 파워 결정 등의 연구 결과를 발표하며 현재까지 활발하게 진행하고 있다[6][7][8].

관련 업계에서는 Juniper의 경우, 네트워크 장비에 대한 에너지 효율 백서를 작성하고, 자사 네트워크 장비의 파워, 매트릭스 표현 방안을 고려중이며, Alactel-Lucent는 안테나의 파워 소비 등 유/무선 분야의 연구 결과를 발표하고 있으며, HP는 적용적 파워 실리콘 아키텍처를 제안하고 에너지 효율적인 네트워크를 위한 사업 백서를 제안하는 등 네트워크, 시스템, 소자 등의 다양한 방법으로 에너지 절감을 위한 노력을 진행 중이다.

국내의 경우, 정부는 '그린 IT'에 4조 2000억 투입 예정에 있으며 '저탄소 녹색성장'을 실현하기 위한 구체적인 국가전략을 제시했으며, 기존 전력망에 정보통신 기술을 접목한 지능형 전력망(스마트 그리드)과 홈 네트워크 시스템 등을 접목해 친환경 전력관리 서비스를 실시키로 했다.

또한, 지금보다 10배 빠른 초광대역 융합망 구축을 2013년까지 목표로 하고 전력효율 40%이상 향상된 인터넷 데이터 센터, 클라우드 컴퓨팅 보급을 2020년까지 목표로 한다.

삼성에서는 에너지 절감을 위한 M2M(Machine to Machine) 기술을 일부 연구 중이며 에너지 효율적인 네트워크 장비 설계에 관심을 가지고 Green Touch[8]에서 활동 중이다. 한국 벨 연구소 또한 미국 벨연구소와 함께 Green Touch Consortium 활동 중이다. 뿐만 아니라 국내 통신 사업자들은 기지국의 소비 전력을 대폭 절감할 수 있는 그린 네트워크에 대해 큰 관심을 가지고 있는 것으로 보인다. 이 외 중소 규모의 기업에서, Universal Port Manager를 이용한 네트워크의 통합관리 기능, 사용되지 않는 디바이스에 흐르는 전력 차단 기능, 방화벽 사용 및 필터링 기술 등을 탑재한 UMT (Unified Threat Management) 기술, 등을 활용해 불필요한 트래픽 처리로 인한 라우터의 에너지 소모를 줄이는 연구를 진행 중이다.

2. 에너지 효율관련 네트워크 표준화 동향

에너지 절감형 네트워크 관련, 현재의 국제 표준은 기존의 네트워크 관점에서의 측정과는 다르게 효율성 향상 및 이에 따른 측정 방법이 다음과 같이 정의되고 있다.

2.1 ATIS

ESM관련 ATIS-0600015.2009 문서는 원거리 통신장비의 전력 측정과 에너지 효율 평가를 위한 방법론을 제공하며 다른 문서들의 참조 문서로 제공된다. 특히, 원거리 통신 에너지 효

율비(TEER)의 값을 공식화하기 위해 장비의 특정 유형을 위한 세부 TEER 관련 식과 상세 내용들을 기술한다.

관련 기술로는 서버 또는 서버 블레이드의 원거리 통신 에너지 효율비를 측정하는 방법을 규정(ATIS-0600015.01.2009) 하고, 전송 시스템 또는 네트워크 구성의 원거리 통신 에너지 효율비를 계산하기 위한 방법(ATIS-0600015.02.2009), 원거리 통신 에너지 효율비를 계산하기 위한 방법과 네트워크의 위치를 기반으로 라우터와 이더넷 스위치의 측정 방법을 위한 요구사항(ATIS-0600015.03.2009), 직류 전력원 정류기의 원거리 통신에서 에너지 효율비를 측정하는 방법(ATIS-0600015.04.2009) 등을 규정하고, 이에 대한 기술적 표준 문서를 제정해 가고 있다.

2.2 ETSI

ETSI 기술 위원회는 모든 전화통신 장비에 대한 환경과 인프라 측면에서 에너지 소비 절감을 위한 표준화에 중점을 두고, 주로 시간 척도에서 에너지 소비를 고려하여 전화통신 장비와 네트워크 장비에 국한된 측정 방법을 기술 하고 있다. 하지만, 다양한 장비별 특성 및 상황을 고려한 측면에서는 추가로 진행해야할 사항들이 다수 남아있는 것으로 파악된다[9].

무선 접속 네트워크 장비의 에너지 효율에 대한 측정방법(ETSI TS 102 706 V1.2.1), 브로드 밴드 통신 네트워크 장비에서 파워 소비에 대한 측정방법(ETSI ES 203 215 V1.2.1) 등은 현재 시점에서 고려해 볼 만한 것으로 파악된다.

2.3 ITU-T

ITU-T는 SG5와 SG13에서 각각 관련 표준이 진행 중이다. SG5의 Q17에서는 Energy Efficiency 측정 관련 표준화 작업

을 진행 중이다. 권고안 L,M&M은 통신 네트워크 장비의 에너지 효율 메트릭과 측정 방법을 정의하고 있으며, 주목할 만한 사항은 <그림 2>에서 보여지는 바와 같이 에너지 측정을 위한 네트워크 구성요소별 모델이다[6].

ITU에서는 네트워크에서의 에너지 측정을 위한 모델을 크게 세 가지로 구분하고 있다. 첫째, 로컬 순환 모델에서는 일반적으로 라우터나 스위치처럼 하나의 네트워크 노드에 효율적으로 사용될 수 있다. 두 가지 주요 기능과 데이터베이스가 모두 한 노드에 존재하며, 에너지 관리 함수는 장비 레벨, 디바이스 레벨에 동작 명령을 발행한다. 그 이유는 장비, 디바이스 레벨은 하나의 노드에서 실행되기 때문이다. 이 모델은 각 노드에서 자체 최적화를 위한 것으로, 전형적인 제어 예로는 트래픽에 따른 디바이스 클럭을 제어하는 것을 들 수 있다. 둘째로는, 글로벌 순환 모델로, 여러 네트워크 노드와 하나의 네트워크 관리 서버에 효율적으로 사용된다. 에너지 제어&관리 함수와 상태 정보 기반은 각 네트워크 노드에 존재하며, 에너지 관리 함수는 네트워크 관리 서버에 존재한다. 글로벌 제어 순환은 해당 노드와 서버에 확장되며, 에너지 관리 함수는 에너지 제어&관리 함수의 네트워크 레벨에 동작 명령을 발행한다. 그 이유는 네트워크 레벨은 여러 개의 노드에서 실행되기 때문이다. 이 모델에서 네트워크 관리 서버는 중앙 집중식 방식으로 여러 개의 노드에 접속하여 동작하는 것으로 간주된다. 이 순환의 전형적인 예는 최소 파워 소비 경로를 지정하는 라우팅이다. 끝으로, 결합 순환 모델은 여러 개의 네트워크 노드와 하나의 네트워크 관리 서버에 효율적으로 사용된다. 에너지 제어&관리 함수와 상태 정보는 각각의 네트워크에 존재하며 에너지 관리 함수는 네트워크 노드와 네트워크 관리 서버에 존재한다. 글로벌 에너지 관리 함수는 네트워크 레벨에 동작명령을 발행하는데 네트워크는 여

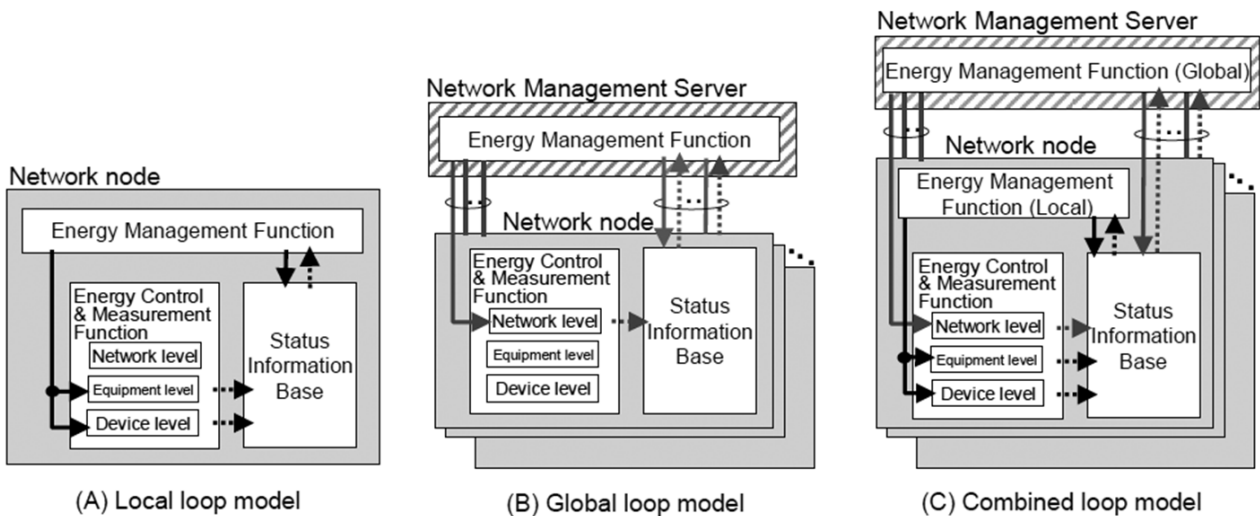


그림 2. 에너지 측정을 위한 제어/관리 모델

러 개의 노드로 결합되어 실행되기 때문이다. 이 모델에서 네트워크 관리 서버는 중앙 집중식 방식으로 여러 개의 노드에 접속하고 동작하며, 각 노드는 분산 방식으로 자기 최적화를 수행한다. 이 경우의 전형적인 예는 글로벌 순환이 트래픽 경로를 수집하고 로컬 순환에서는 트래픽이 없을 때 슬립 모드로 동작하는 에너지 기반 라우팅이다.

2.4 IETF

IETF에서는 Cisco System, Inc., NEC Europe Ltd. 등을 중심으로 EMAN WG을 구성하여 에너지 관리 분야의 인터넷 표준 마련을 위한 연구를 진행 하고 있으며, 주요 항목으로는 프레임워크, 통신 네트워크 디바이스의 에너지 관리를 위한 프레임워크, 요구사항, 참조모델, 장비의 전력 및 에너지 모니터링을 위한 MIB 정의(에너지 측정 모드 유형 정의)에 대해 표준화하고 있다[10].

특히, EMAN WG에서 진행 중인 문서는 다음과 같다.

- draft-ietf-eman-applicability-statement0: EMAN 프레임 워크의 다양한 시나리오에 대한 적용범위
- draft-ietf-eman-battery-mib: 내부 배터리의 모니터링을 위한 MIB 모듈 정의
- draft-ietf-eman-energy-aware-mib: 장치의 식별, 상황, 다른 개체와의 관계를 특징화하는 MIB 모듈 정의
- draft-ietf-eman-energy-monitoring-mib: 장치의 전력 및 에너지 소비를 모니터링 하기위한 MIB 모듈 정의
- draft-ietf-eman-framework: 통신망과 연결 또는 포함된 장치에 대해 에너지 관리를 제공하기 위한 프레임워크 정의
- draft-ietf-eman-requirements: 에너지 관리를 위해 표준 명세서에 대한 요구사항 정의

2.5 ISO

ISO는 주로 에너지 효율성 및 소비에 관해서 에너지 성능 향상을 위한 에너지 관리 시스템에 대해 진행 중이다[11].

하지만, 전력 관리 시스템에 내용이 이루어져 있어 관리 및 적용을 위해 선행적인 전력 측정, 효율성 평가 방법 등에 대한 표준화가 요구될 것으로 보인다.

주요 관련 분야로는 TC 242로 에너지 소비 측정, 측정 시스템 구현, 에너지 이용 장비 및 시스템에 대한 에너지 효율성 및 성능에 관한 에너지 관리 및 ISO 50001의 에너지 효율성 및 소비에 관한 에너지 성능 향상을 위한 에너지 관리시스템에 대한 요구사항 연구 등을 들 수 있다.

Ⅲ. 결론 및 시사점

본고에서는 에너지 효율적 네트워크 연구의 필요성과 연구 동향 및 표준화 동향에 대해서 논의 하였다.

에너지 효율적 네트워크 기술은 IT 산업의 기반인 네트워크에서의 에너지 소비를 절감하기 위한 기술로 에너지 소비 관점에서 현 네트워크 시스템의 비효율성을 최소화하기 위해 상황에 따라 설계 및 운용 관점에서 최적화시키는 것을 목적으로 한다.

이에 따라, 인프라 및 장비, 소자 측면에서의 에너지 절감 노력 및 효율성 향상을 위한 연구는 매우 활발하게 진행되고 있다. 특히 국제 표준 측면에서는 공공성을 목적으로 선형적으로 진행되고 있고, 국내에서의 활동도 일부 진행 중인 것으로 파악된다.

하지만, IT의 전반적 에너지 효율성 측면에서 관찰한 결과, 인프라, 장비, 소자 측면에서의 접근과 더불어 이들의 실질적인 활용을 지원할 수 있는 서비스 및 제어 플랫폼의 관련 연구는 매우 미흡한 것으로 파악되고 있다.

따라서, 시대적 흐름과 국제 협약 등의 준수 및 국제적 영향력을 위해서는 국가적 측면에서 친환경 IT 구현을 위한 선제적, 전략적 방향성의 수집과 대대적인 지원, IT 분야 에너지 소비 가이드라인 및 규제 계획에 대한 투자와 다양한 기술적 측면의 노력을 기울일 필요가 있을 것으로 보여 진다. 특히, 현재의 인프라, 장비 및 소자 측면에서의 기초 연구와 더불어 이들의 확대 및 실질적 결과를 도출할 수 있는 서비스/제어 관점에서의 협력 모델 개발이 시급한 것으로 판단된다.

또한, 네트워크 장비 에너지 효율 등급 기준 및 모델의 제시 관련 연구를 활성화하여, 이들의 연구 결과를 선도적으로 제시할 필요가 있는 이를 통해, 초고속 네트워크 1등 국가의 이미지를 에너지 효율 네트워크 초강국의 국가로 바꾸어 나갈 수 있는 계기로 만들어, 국가적 이미지 향상 및 저개발 국가와 타 선진국 대비 국제적으로 과학기술을 선도할 수 있는 발판을 마련할 필요가 있다.

국제 표준 측면에서는 네트워크 및 관련 장비의 전력 소비 측정 방법 및 등급 마련과 관련, 산학연이 연계한 전략적 국내외 표준 활동을 통해 국제 표준화를 선도할 필요가 있다. 이는, 국제 경쟁력을 강화할 수 있는 수단으로 활용할 수 있는 방안으로, 장기적으로 외국의 대형 메이저 업체에 의한 네트워크 시장 독점을 막고, 국내 장비의 해외 진출 발판을 마련해 줄 수 있을 뿐만 아니라, 미래 에너지 효율 측면에서 가장 선진화된 네트워크 장비를 공급할 수 있는 계기가 될 수 있기 때문이다.

끝으로, 이러한 노력은 경제·사회적 측면에서, 에너지 효율성과 관련한 산업 전반으로 확대, 관련 산업으로의 파급 효과를

기대할 수 있고, 나아가 에너지 효율적 네트워크 기술을 통한 미래 Green IT 문명을 이끄는 새로운 모델을 제시하여, 세계의 네트워크 산업이 동반 성장하는 계기가 마련될 수 있을 것으로 본다.

참고 문헌

- [1] 한국정보통신기술협회, ICT 표준화전략맵 Ver. 2012 종합 보고서 5, 2012.01.31.
- [2] 정상진, 김용운, 김형준, “네트워크 에너지 절감을 위한 그린 네트워크 표준기술 동향”, TTA journal Vol 140, 2012.04
- [3] ITU, ‘Report on Climate Change. Geneva: International Telecommunication Union (ITU)’, 2008.
- [4] Aruna Prem Bianzino, et al., ‘A Survey of Green Networking Research’, IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 99, pp. 1–18, 2010.
- [5] EnergyStar, www.energystar.gov/
- [6] Broadband Forum, MR-204, “ Energy efficiency, dematerialization and the role of the broadband forum”, 2009.09
- [7] ECR initiative, ECR 3.0.1 “Network and Telecom Equipment–Energy and Performance Assessment,” 2010
- [8] GreenTouch Initiative, www.greentouch.org/
- [9] ETSI, “Environmental Engineering (EE); Measurement Methods and Limits for Power Consumption in Broadband Telecommunication Networks Equipment”, 2011. 10
- [10] IETF MAN, datatracker.ietf.org/wg/eman/
- [11] ISO TC242, Energy Management Systems–Requirements with Guidance for Use, Jan. 2011.

약 력



최 원 석

2008년 충북대학교 정보통신공학부 (공학사)
 2008년~현재 충북대학교 전자정보 대학 박사과정
 관심분야: Energy-saving Network, NGN,
 Mobility, MPLS, QoS 등



최 성 곤

1999년 한국정보통신대학 네트워크(공학석사)
 2004년 한국정보통신대학 네트워크(공학박사)
 2004년 한국전자통신연구원
 2004년~현재 충북대학교 전자정보대학 부교수
 관심분야: Energy-saving Network, NGN,
 Mobility, MPLS, QoS 등