' Future Internet Forum

<13호> 2011.12.19

Green Data Delivery Architecture/Protocol

최낙중 (Bell-Labs Seoul)

폭증하는 사용자 접속과 트래픽으로 인해 기존의 네트워크 에너지 효율성 기술 발전 속도로는 네트워크의 에너지 소모가 향후 10년 동안 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 따라서 지속 성장 가능한 미래 인터넷을 위한 그린 네트워킹 기술 연구의 중용성이 더욱 부각되고 있다[1]. 특히, 네트워크 사업자들은 데이터 폭증(Data Explosion)에 따른 망 부하 문제를 해결하기 위해 추가적인 고속 라우터나 광전송 시스템을 구축함으로써 네트워크 용량을 증설하고 있다. 그러나 아직까지 대부분 네트워킹 장비의 에너지 효율성은 굉장히 낮은 것으로 보고되고 있으며, 전기의 소모량이 현재 장비의 부하에 관계없이 항상 최고치에 가까운 값을 보여준다[2]. 최근 네트워킹 장비 자체의 에너지 효율성을 개선하고 에너지 비례 네트워킹을 실현하기 위한 많은 연구들이 진행 중이고, 따라서 네트워킹 장비 자체의 에너지 효율성은 크게 증가할 것으로 기대된다[3]. 그러나 각 네트워킹 장비 자체의 에너지 효율성 증가만으로는 데이터 폭발이라는 상황에서 최종적인 에너지 소모 최적화를 달성할 수 없다. 오늘날 인터넷은 그림 1과 같이 컨텐츠 서비스 제공자가 자신의 컨텐츠 서비스를 위해 CDN, P2P, NaDa, CCN 등 다양한 데이터 전달 구조 및 기법을 활용할 수 있다[4]. 대부분의 데이터 전달 기법은 네트워크 노드들이 데이터를 캐싱하여 전송 지연 시간을 최소화하는 것을 목표로 하고 있으며, 아직까지 에너지 소모에 대한 고려는 크게 하지 않고 있다.

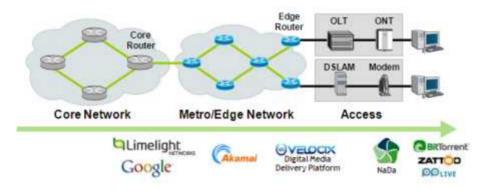


그림 1. 다양한 컨텐츠 전달 기법의 비교[4]

네트워크내 캐싱 기반의 데이터 전달 구조를 고려할 때 전체적인 에너지 소모는 크게 데이터 전송에 소모되는 에너지와 저장/캐싱에 소모되는 에너지로 구성된다. 에너지 효율성 측면에서 최적화된 캐시 개수 및 위치에 캐시가 배치되어 있고, 각 사용자는 자신과 가장 가까운 데이터 서버 혹은 캐시로부터 데이터를 받아올 수 있다면, 전송 에너지(Transport Energy)는 컨텐츠까지의 평균 홉 수에 비례하고, 저장/캐시 에너지(Storage Energy)는 캐시의 수에 비례, 즉 컨텐츠까지의 평균 홉 수에 반비례하는 경향을 보인다. 그림 2에서 볼 수 있듯이 각 사용자의 컨텐츠(원본 혹은 캐시)까지의 평균 홉 수에 따라 해당 컨텐츠 전달에 필요한 전체 에너지의 최소점이 존재한다. 따라서 이런 에너지의 최소점을 달성할 수 있는 최적의 데이터 전달 시스템 혹은 새로운 데이터 전달 구조 및 프로토콜을 설계하는 것이 미래 인터넷의 중요한 연구 이슈 중 하나이다. 구체적으로 예를 들면, 상기 에너지 효율성 분석은 이상적인 캐시 수와 배치를 가정하고 있기 때문에 에너지 효율성 관점에서 데이터 전달을 위한 캐시 배치 알고리즘 개발이 필요하다. 이때 컨텐츠의 인기도, 크기 등 다양한 조건이 고려되어야 하고, 실제 컨텐츠에 대한 동적으로 인기도가 변하기 때문에 이에 대한 적응적 기법의 개발도필요하다. 또한, 실제 데이터 전송 프로토콜 자체의 에너지 효율성을 위한 기법을 제안할 수도 있다. 최종적으로는 현존하는 CDN, P2P, NaDa, CCN 등의 데이터 전달 구조가 될 수도 있고, 이들이 혼재(hybrid)하는 통합 구조가 될 수도 있을 것이다.



Future Internet Forum

Newsletter

<13호> 2011.12.19

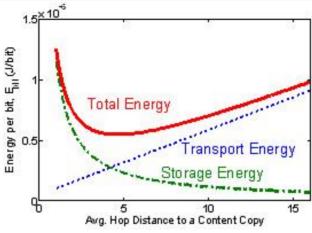


그림 2. 컨텐츠 전달을 위한 에너지 효율성 분석[5]

참고문헌

- [1] 정상진, "에너지 절감을 위한 그린 네트워킹 기술," 미래 인터넷 포럼, 6호, 2011년 9월 5일.
- [2] D. Kilper, et. al, "Power Trends in Communication Networks," IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics, Vol. 17, No. 2, pp. 275-284, March/April 2011.
- [3] GreenTouch, http://greentouch.org
- [4] Uichin Lee, Rimac, I, Kilper, D., Hilt, V., "Toward Energy-Efficient Content Dissemination," IEEE Networks, Vol. 25, No. 2, pp. 14-19, March/April 2011.
- [5] Kyle C Guan, Gary Atkinson, Dan Kilper, Ece Gulsen, "On the Energy Efficiency of Content Delivery Architectures," 4th International Workshop on Green Communications, Kyoto, Japan, 9 June, 2011.