한국컴퓨터정보학회 동계학술대회 논문집 제20권 제1호 (2012. 1)

스마트 그리드 네트워크에서 데이터 전송시간 조절을 통한 네트워크혼잡 개선 방법

박세영°, 김미희*
°*국립한경대학교 컴퓨터공학과
e-mail: qkrtpdud0304@hanmail.net, mhkim@hknu.ac.kr

Network Congestion Control Through Adjustment of Data Transmission Time on Smart Grid Networks

Seyoung Park°, Mihui Kim*
°*Dept. of Computer Science, Hankyong National University

● 요 약 ●

기기간(M2M, Machine-to-Machin) 통신의 한 응용으로서 스마트 그리드 네트워크는 다수의 기기 통신으로 인한 전송 데이터의 방대한 양을 대표적 특징으로 꼽을 수 있다. 이에 현재 사용가능한 통신 기술들을 그대로 사용할 경우, 병목현상 혹은 네트워크 혼잡 등 네트워크 장애 및 전송 지연이 발생할 수 있다. 특히 스마트 그리드 네트워크의 상향 트래픽은 시간조절이 가능한 주기적 미터링 데이터와 지연민감한 이벤트 데이터로 나뉜다. 이에 본 논문에서는 각 트래픽 특성에 따라 트래픽양의 대다수를 이룰 미터링 데이터의 전송시간 조절을 이용한 혼잡제어 기법을 제안한다. 이를 통해 지연민감한 이벤트 데이터의 지연시간 내 전송 보장 확률을 높이고, 트래픽을 분산시킴으로써 전송 효율을 높이고자 한다.

키워드: 스마트 그리드(smart grid), 전송시간조절(time-controlled), 혼잡제어(congestion control), 부하균등화(load balancing)

I. 서 론

네트워크를 기반으로 한 스마트 그리드 연구가 점차 진행되고 제주실증단지와 같은 테스트망이 성공적으로 착공 운영되면서, 스마트 그리드는 방대하고 거대한 대표적 국가망으로 운영될 것으로 예측되고 있다. 이렇게 구성된 네트워크는 다수의 기기가 연결되어 통신하는 기기간(M2M, Machine-to-Machin) 통신의 한 응용으로서, 방대한 전송량을 대표적 특징으로 꼽을 수 있다[1].

스마트 그리드의 대다수의 전송 트래픽은 각 가정 내에 보급이 되어 사용될 스마트미터로부터의 미터링 트래픽이 될 것으로 예측된다. 간단하게 스마트미터에 대해 설명하면, 보통 수 분(minute)에서 수 시간(hour) 주기로 측정된 사용 전력량(미터링 데이터)을 중앙시스템에 전달한다. 또한 스마트미터기를 이용해 중앙시스템에서 필요한 정보(예, 시간대 별 요금)를 요구할 수도 있으며, 자택 내에서 생산된 전력의 판매를 위한 시도를 할 수 있을 것이고, 긴급 상황의 알람을 보낼 수 있을 것이다. 따라서 여러 상황의 상향 이벤트 데이터도 발생될 수 있고 이러한 트래픽은 특히 전송지연에 민감한 트래픽일 수 있다. 그러나 각 스마트미터 미터링 데이터의 전송시점이 분산화가 되지 않는다면, 특정 시간, 특정 지역에 급작스럽게 발생된 상향 데이터들에 의해 이벤트 데이터 전송의 지연 증가 및 데이터 전송 장애를 야기할 수 있다. 또한 이러한 상황은 일반적인 링크들의 성능 하락, 병목현상, 네트워크혼잡 등을 야기할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 기존 타 네트워크에서 제안된 대역폭 측정 스킴[2]과 전송률 조절 스킴[3]을 이용하여 이벤트 데이터와 일반적인 미터링 데이터들 간의 전송시간을 조절하여 해당 문제점들을 최대한 개선하고자 한다. 이를 통해 이벤트 데이터의 지연시간 내 전송 보장 확률을 높이고, 트래픽을 분산시킴으로써 전송 효율을 높이고자 한다.

II. 제안하는 기법

1. 데이터 전송시간 조절

우선, 트래픽을 생성하여 상향으로 전송하는 하위노드(예, 스마트미터)의 트래픽은 주기성을 갖는 일반 데이터(예, 미터링 데이터)와 제어, 요청, 알람 정보와 같이 간헐적으로 발생하는 이벤트 데이터로 나뉜다고 가정한다. 이벤트 데이터는 상대적으로 높은 중요도와 우선순위를 가진다. 이러한 특성에 따라 하위노드는 일반 미터링 데이터를 주기적으로 전송하되 이벤트 데이터 발생 시 항상 우선처리 한다.

본 논문에서 제안하는 데이터 전송시간 조절기법은 상위노드에

서 가까운 미래 시간에 대한 혼잡 예상 메커니즘을 수행하고, 혼잡 발생이 예상되면 하위노드들이 가지고 있는 미터링 데이터의 전송 시간을 조절한다. 해당 혼잡 예상 메커니즘은 대부분의 상향 일반 트래픽이 고정 사이즈의 트래픽이고 주기성을 가지고 있기 때문에 특정 시간 안에 상위노드로 전송되는 평균적인 데이터 양의 추정을 통해 수행된다. 즉, 추정된 데이터의 양이 특정 임계치(링크 성능에 따라 결정됨)를 넘어서게 되면 혼잡 발생 예상으로 결과를 내어 준다. 이렇게 상위노드에서 혼잡 발생이 예상되면, 각 하위노드의 일반 데이터의 전송지연 시간을 계산하여 일반 데이터 전송 시간 조절 요청을 송신하게 된다. 해당 전송지연 시간은 각 노드의 주기를 이용하여 상위노드로의 트래픽 전송시간이 분산되도록 계산될 수 있다.

그림 1은 혼잡 예상 시, 전송시간 조절의 예를 도시하였다. Nt는 가까운 미래 시간을 나타내며, ti는 노드 i의 일반 데이터의 전송 주기를 나타낸다.

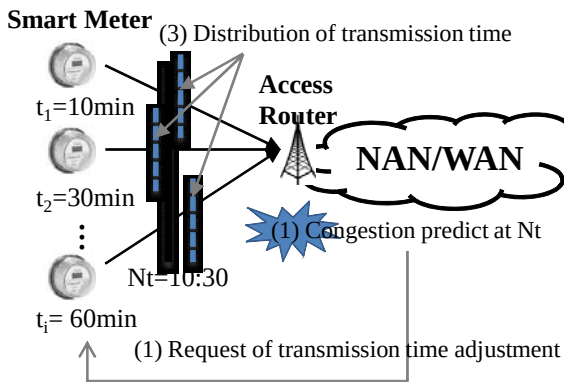

그림 1. 데이터 전송시간 조절의 예
Fig. 1. An Example of Transmission Time Adjustment

2. 데이터 전송 유보 및 이벤트 데이터 처리

간헐적으로 발생되는 이벤트 데이터도 갑자기 전송이 증가하는 상황이 발생한다면 이때에도 충분히 트래픽 과부하에 의해 노드 혼잡이 발생될 수 있다. 이러한 경우, 앞 절에서 설명한 일반 데이터 전송시간 조절 메커니즘으로 이벤트 데이터의 요구된 전송 지연을 보장할 수 없는 상황이 발생할 수 있다. 이러한 경우, 상위노드는 일부 하위노드에게 2차적인 일반 데이터의 전송 유보 요청을 전송하고, 상황이 호전되면 전송 유보 해지를 공지한다. 하위노드는 유보된 데이터들을 해지 이후, 한꺼번에 전송하도록 한다. 이때, 한 노드의 너무 긴 전송 유보로 인해 일반 데이터의 허용된 전송 지연 시간을 넘지 않도록 한다.

또한, 이벤트 데이터 내에도 중요도(예, 허용 전송지연 시간)에 따라 우선순위를 두어서 전송을 위한 무선 자원 획득 우선순위를 조절할 수 있다. 이를 위해 LTE의 우선순위 기반 랜덤 액세스 채널기법을 활용할 수 있다[4].

III. 결 론

본 논문에서는 스마트 그리드 트래픽 특성에 맞추어 데이터 전송시간 조절을 통한 네트워크혼잡 개선 방법을 제안하였다. 향후, 시뮬레이션을 통해 지연민감한 이벤트 데이터의 지연시간 내 전송 보장 확률과 트래픽 분산에 의한 전송 효율 결과를 보이고자 한다.

Acknowledgement

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2011-0014020), 교신저자 김미희.

참고문헌

[1] I. Lee, and J. Lee “Information and Communication Technology of Smart Grid” Info. & Comm. Magazine, Vol. 27, No. 11, pp. 3-11, Nov. 2010.

[2] W. Choi, S. Ahn, and J. Chung, “Bottleneck link bandwidth Measurement Algorithm for improving end-to-end transit delay in Grid network,” Transactions of KIPS(C), Vol. 10-C, No. 7, pp. 923-928, Dec. 2003.

[3] K. Kang, and K. Chung “A Rate Control Scheme Considering Congestion Patterns in Wireless Sensor Networks,” Journal of KISS: Computing Practices and Letters, Vol. 16, No. 12, Dec. 2010.

[4] J. Seo, and V. Leung, “Design and Analysis of Backoff Algorithms for Random Access Channels in UMTS-LTE and IEEE 802.16 Systems,” IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol. 60, No. 8, Oct. 2011.