

# 모바일 환경에서 에너지 효율을 고려한 강화된 슈퍼 피어 시스템

김선경, 이광조, 김택헌, 양성봉

연세대학교 컴퓨터과학과

{ skyum, kjlee5435, kimtaehun, yang } @cs.yonsei.ac.kr

## Enhanced Super Peer System with Energy Efficiency in Mobile Environments

SunKyum Kim, KwangJo Lee, TaekHun Kim, SungBong Yang

Department of Computer Science, Yonsei University

최근 기지국 없이 모바일 노드끼리 네트워크를 형성하는 MANET(Mobile Ad-hoc NETwork)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1]. 모바일 기기는 전력, 이동성, 통신범위의 제한이 있어 기존의 유선망에서의 네트워크와는 다른 토폴로지 관리가 필요하다. 이러한 이유로 기존의 유선망에서 널리 이용되는 Client/Server 기반 시스템은 MANET에서 적합하지 않다[2].

MANET의 큰 문제 중 하나는 네트워크 구축 및 파일 탐색 등의 트래픽 양이다. 2계층 peer-to-peer(P2P) 시스템은 MANET에서 트래픽을 감소시키기 위해 제안되었다. 이러한 시스템들 중에 슈퍼 피어 시스템은 상위 계층의 슈퍼 피어가 하위 계층의 서브 피어들을 관리하는 형태의 네트워크 토폴로지를 가지고 있다. 여러 슈퍼 피어 시스템들 중에 피어의 누적된 이동 거리를 고려하여 슈퍼 피어를 선정하는 Mobility(MOB) P2P 시스템이 가장 좋은 성능을 보인다[3].

모바일 환경에서 피어들은 한정된 용량의 에너지를 가지고 있기 때문에 피어가 에너지를 모두 소모하게 되면 그 피어에 연결된 다른 피어들 간의 통신 두절로 파일 탐색 성공률이 저하된다[4]. 슈퍼 피어 시스템에서 슈퍼 피어는 자신의 서브 피어 관리, 파일 탐색 등으로 작업량이 서브 피어보다 훨씬 많기 때문에 서브 피어에 비해 에너지가 쉽게 고갈된다.

기존의 MOB 시스템은 에너지를 고려하지 않고 피어의 이동성만을 고려하였다. 특히 MOB 시스템은 누적된 이동 정보를 고려하기 때문에, 이동성이 낮은 피어가 슈퍼 피어로 반복 선정되어 에너지 고갈이 빨리 일어나는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 반복된 슈퍼 피어 선정 문제를 해결하기 위해, 피어가 슈퍼 피어로 선정된 횟수와 피어의 이동 속도를 고려하여 네트워크를 주기적으로 재구성하는 시스템을 제안한다. 이를 위해 아래의 [식 1]을 제안하였다.

$$f(A) = p \cdot (S_{\max} - S_A) / S_{\max} + q \cdot (1 - C_A / C_{\max})$$

단,  $p + q = 1$

[식 1] 슈퍼 피어 선정에 사용되는 함수

[식 1]에서  $S_{\max}$ 는 피어의 최고 이동 속도이고,  $S_A$ 는 피어 A의 현재 이동 속도이며,  $C_A$ 는 피어 A가 슈퍼 피어로 선정된 횟수이고,  $C_{\max}$ 는 일정 주기 동안 하나의 피어가 슈퍼 피어로 선정될 수 있는 최대 횟수이다. 여기서 일정 주기란 피어들의 이동성을 고려한 네트워크 재구성이 일정 시간이 지날 때마다 즉, 주기적으로 이루어져야하므로 이때의 주기를 말한다. 위 식에서  $p$ 와  $q$ 는 이동성과 슈퍼 피어 선정 횟수를 복합적으로 고려하기 위한 변수들로서 그 합은 1이다. [식 1]의  $f$  값은 이동성이 낮고 슈퍼 피어로 선정된 횟수가 적을수록 큰 값을 가진다. 큰  $f$  값을 가질수록 슈퍼 피어가 되기에 적합함을 의미한다.

다.

본 논문에서는 네트워크 실험에서 널리 쓰이는 네트워크 시뮬레이터 NS-2 v2.34을 사용하였다[5]. 실험 환경은 1000m \* 1000m의 지역 크기에서 피어의 개수는 100개, 각 피어의 초기 에너지는 2,000J로 설정하였다. 피어의 이동은 NS-2에 포함되어 있는 Setdest 이동 패턴 생성기를 이용하여, 네트워크 시뮬레이션에서 자주 이용되는 랜덤 웨이 포인트 모델(Random Way Point Model)을 적용하였고, 1~10초정도 피어가 정지하도록 옵션을 주었다. 2개의 파일 탐색 패턴에 대한 쿼리에 대해서 피어의 각 최대 이동 속도(1~5m/sec)마다 5개의 이동 패턴을 생성하여, 각 이동 패턴에 대해 10번씩 실험하였다. 슈퍼 피어의 최대 선정 횟수  $C_{max}$ 는 슈퍼 피어 선정 주기가 100초이고 총 실험시간인 2,000초이므로 20이 된다. p와 q의 비율을  $p = 0.7$ ,  $q = 0.3$ 으로 많은 실험을 통하여 설정하였다.

파일 탐색 성공률에서는 제안된 시스템이 MOB 시스템 대비 약 3%의 성능 향상을 이루었다. 이것은 제안된 시스템이 슈퍼 피어 선정 횟수와 피어의 이동속도를 고려한 것이 슈퍼 피어의 중복 선정을 완화 시켜 집중적인 에너지 소모를 방지하였고, 그 만큼 네트워크의 안정성이 향상되었다는 것을 보여준다.

오버헤드는 시뮬레이션 시간동안 주기적인 네트워크 재구성 및 파일 탐색을 위해 발생 모든 트래픽의 합을 말한다. 제안된 시스템의 성공률이 높아 MOB 시스템보다 평균 오버헤드가 높지만 거의 차이가 없음을 보여준다. 이는 제안된 시스템의 네트워크 구축이 MOB 시스템보다 효율적으로 이루어진다는 것을 의미한다.

에너지가 고갈되어 멈추는 피어들의 평균 개수를 비교하고, 시뮬레이션이 진행해감에 따라 시간대별 각 시스템의 파일 탐색 성공률을 얻었으며, 각 시스템의 피어의 평균 에너지 잔량을 구하였다. 900초부터 멈추기 시작하는 제안된 시스템과 달리 700초부터 MOB 시스템의 피어들이 보다 빠른 에너지의 고갈로 인해 먼저 멈추기 시작한다. 이로 인해 약 700초 부근부터 MOB의 성공률이 제안된 시스템에 비해 낮아지기 시작하는 것을 확인할 수 있다.

1,100초 부근부터는 제안된 시스템에 남아 있는 피어들의 수가 많아 활발한 파일 탐색으로 인해 MOB 시스템에 비해 에너지가 더 빨리 줄어들었다. 이는 제안된 시스템에서 동일한 슈퍼 피어 선정 횟수와 피어의 이동 속도가 적절한 비례로 조합된 식이 효과적으로 적용되어 MOB 시스템에 비해 네트워크가 보다 안정적으로 유지되었음을 알 수 있다. 이에 따라 제안된 시스템이 보다 향상된 파일 탐색 성공률을 보여 줄 수 있었다.

본 논문에서 제안한 시스템은 MOB 시스템의 문제점인 반복된 슈퍼 피어 선정으로 인한 집중적인 에너지 고갈을 어느 정도 해소시키었다. 이는 피어의 이동성과 슈퍼 피어 선정 횟수를 적절한 조합으로 고려함으로써 가능하였다. 향후 에너지, 통신 범위, 피어들의 자유로운 시스템 참여/탈퇴 등을 포괄적으로 고려하여 보다 실질적인 P2P 시스템을 개발하는 연구를 수행할 계획이다.

## 사사

본 연구는 한국과학재단(KOSF) 일반연구자지원사업(2010-0015846) 지원으로 수행되었음

## 참고문헌

- [1] M. Frodigh, P. Johansson, and P. Larsson, Wireless Ad-Hoc Networking : The Art of Networking without A Network, No.4, pp.248-263, 2000.
- [2] A. Klemm, C. Lindemann, and O. Waldhorst, A Special Purpose peer-to-peer File Sharing System for Mobile Ad Hoc Network. In: Vehicular Technology Conference, Vol. 4, pp. 2758-2763, Oct. 2003.
- [3] Ji-Hoon Kim, Jin-Woo Song, Taek-Hun Kim, Sung-Bong Yang, An Enhanced double-layered P2P system for the reliability in the dynamic mobile environments, Computing and Informatics, in press.
- [4] 한정석, 이주희, 송진우, 이광조, 김지훈, 양성봉, 슈퍼 피어를 이용한 모바일 P2P 시스템에서의 에너지 효율성을 고려한 라우팅 프로토콜, 정보처리학회 춘계학술대회, pp. 833-836, 2008년 5월.
- [5] The Network Simulator NS-2. web site : <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.