

셀룰러 데이터 망의 부하를 줄이기 위한 Ad Hoc 네트워킹 기반의 데이터 공유 기법*

이준범^o 고영배

아주대학교 정보통신전문대학원

jblee@dmc.ajou.ac.kr, youngko@ajou.ac.kr

Ad Hoc Networking based Data Sharing Scheme for Load Reduction in Cellular Data Networks

Jun-Beom Lee^o Young-Bae Ko

Graduate School of Information and Communication, Ajou University

요 약

무선 인터넷 서비스 사용자의 증가 및 초고속 멀티미디어의 출현으로 셀룰러 망(Cellular Network)의 부하가 증가하고 대역폭의 부족 현상을 초래하게 되었다. 셀룰러 망에서 모든 단말기들은 기지국(Base Station)을 통해서만 데이터 전송을 할 수 있어 기지국과 단말들 간에 셀룰러 대역폭 사용의 증가를 초래 할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 셀룰러 망의 대역폭 부족 현상을 해결할 수 있는 기법으로 단말기들간의 Peer-to-Peer 통신이 가능한 이동 Ad Hoc 망을 셀룰러 망에 통합함으로써, 셀룰러 망의 부하를 줄일 수 있는 방안들을 제안한다. 이들 제안된 기법들에서의 공통적인 특징은 특정 데이터를 이미 가지고 있는 단말기가 같은 데이터의 액세스를 원하는 다른 단말기를 위한 가상의 캐쉬로 동작하며, 가능할 때마다 이 가상 캐쉬로부터 원하는 파일을 획득함으로써 셀룰러 망의 부하를 줄일 수 있다는 것이다.

1. 개요

최근 무선 인터넷 서비스의 사용자가 증가하면서 무선 대역의 사용에 대한 요구가 증가하고 있다. 그러나 제한된 셀룰러 망의 대역폭으로 인해 셀룰러 채널의 부하가 커지고 데이터 액세스 지연이 증가하게 되었다. 이러한 현상은 단말기 상에서 고속 데이터를 주고받는 멀티미디어 응용이 가능해지면서 더욱 심각해지고 있다.

본 논문에서는 셀룰러 망과 이동 Ad Hoc 망을 통합함으로써, 데이터 액세스의 응답시간은 향상시키면서 셀룰러 망 대역폭의 고갈을 막기 위한 3가지 기법을 제안한다. 제안된 3가지 기법에서는 셀룰러 망과 이동 Ad Hoc 망을 위해 서로 다른 주파수 대역을 사용한다. 여기에서 이동 Ad Hoc 망은 '가상 캐쉬' 처럼 동작한다. 즉, 단말기는 먼저 이동 Ad Hoc 망에

원하는 데이터가 있는지를 확인하고, 만약 원하는 데이터를 가진 단말기가 존재하는 경우 이동 Ad Hoc 망을 통해 데이터를 획득하게 된다. 그러나 이동 Ad Hoc 망에 요청한 데이터가 없는 경우, 단말기는 셀룰러 망을 통해 데이터를 얻는다. 이렇게 함으로써 셀룰러 망의 채널 자원 사용을 줄일 수 있게 되고, 그 결과 셀룰러 망의 부하를 줄일 수 있게 된다.

무선 인터넷 서비스의 인기와 사용자의 증가는 GPRS와 3G / 4G 망과 같은 광대역 셀룰러 데이터 망에서부터 이동 Ad Hoc 망, IEEE 802.11[1]에 기초한 무선 LAN, HIPERLAN[2]과 같은 다양한 무선망 기술을 낳게 했다. 이러한 것들은 각각 다른 전송속도 및 전송범위를 가짐으로써 모든 무선 환경에 적용 가능한 기술이 될 수 없다. 따라서 다양한 무선 서비스를 요구하는 환경에서는 여러 통신망 기술을 적용하여 시스템을 구성할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 기법과 같이 셀룰러 망과 이동 Ad Hoc 망을 동시에 사용하는 것도 가능할 것이다. 즉,

* 본 논문은 2002학년도 2학기 아주대학교 정착연구비 지원에 의해 연구되었음.

앞으로 모바일 사용자들은 다중 인터페이스를 지원하는 단말기를 사용함으로써 집이나 직장과 같이 AP가 지원되는 환경에서는 IEEE 802.11 기술을 사용한 초고속 데이터 서비스의 사용이 가능하고, 이동 중이거나 무선 LAN 서비스가 가능하지 않은 지역에서는 3G / 4G 셀룰러 데이터 망을 사용하는 것과 같은 복수의 통신망 기술이 적용된 시스템이 보편화 될 것이다.

본 논문은 다음과 같이 구성이 된다. 1장의 개요에 이어 2장에서는 관련 연구들을 살펴본다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 3가지 기법에 대해 설명한다. 마지막으로 4장에서는 결론과 함께 앞으로의 연구 방향을 기술한다.

2. 관련 연구

셀룰러 시스템의 관점에서 이동 Ad Hoc 망을 사용하는 것을 목적으로 하는 다양한 연구가 있다. 그 중 Multi-hop Cellular Network (MCN) 시스템은 [3] 단말기로 구성된 멀티홉 경로를 통해 데이터를 전송함으로써 셀룰러 망의 연결성을 증가시킨다. iCAR[4]와 PARCeIS[5]에서는 혼잡이 걸린 셀로부터 이웃의 여유 있는 셀로 트래픽을 릴레이하는 방법을 제안하였다. 관련 연구에서는 셀룰러 망의 연결성을 높이기 위한 목적으로 이동 Ad Hoc 망을 사용했기 때문에, 셀룰러 망의 대역폭 부족 문제는 해결할 수가 없다. 반면에 본 논문에서 제안된 기법에서는 대역폭의 부족 문제를 해결하기 위해 이동 Ad Hoc 망을 사용한다.

[6]에서, 단말기를 위한 데이터 공유 시스템인 7DS를 제안했다. 7DS는 데이터 공유 메커니즘을 제공한다는 점에서 제안된 기법과 유사하다. 그러나 7DS가 중앙 시스템의 지원이 불가능할 때에도 데이터의 가용성을 확장하기 위한 목적인 반면, 제안된 기법은 셀룰러 망의 효율을 늘리면서 부하를 줄이는 데에 중점을 두고 있다.

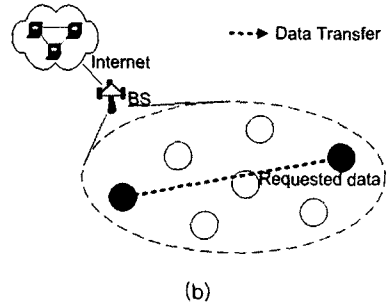
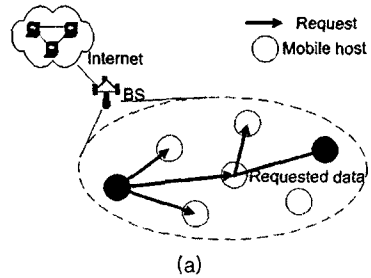
3. 제안 기법

다음에 제안하는 기법들은 이동 Ad Hoc 망에서 요청된 데이터를 찾는 방법에 따라 분류된다.

3.1 중단 모바일 간에 flood를 통해 요청된 데이터를 찾는 기법

단말기는 데이터를 알고자 할 때 요청 메시지를 셀룰러 망을 통해 인터넷에 보내는 것이 아니라 주변 단말기들에게 보내게 된다. 이 메시지는 다시 인접 단말기들에게 Flooding이 되고, 요청한 데이터를 가지고 있는 단말기에 도달하거나 최대 TTL(Time to Live)값에 도달할 때까지 Flooding이 된다. 요청한 데이터를 가지고 있는 단말기는 응답으로써 요청한 데이터를 전송하게 된다. 만약 이동 Ad Hoc 망 내에 원하는 데이터가 없는 경우, 즉 일정 시간 동안 응답이 없는 경우 단말기는 셀룰러 망을 통해 인터넷으로 데이터를 요청하게 된다. 이 기법은 [그림 1]에 나타내었다.

이 기법의 장점은 구현이 간단하다는 것이다. 반면에 이동 Ad Hoc 망의 오버헤드가 크다는 것이 단점이다.



[그림 1] flood를 통해 요청된 데이터를 찾는 기법

3.2 Directory node(Dnode)를 사용하여 요청된 데이터를 찾는 기법

[그림 2]에서 보듯이 단말기는 인접한 Dnode에게 요청한 데이터를 가진 단말기가 있는지를 물어보게 된다. Dnode는 각각의 단말기들이 가지고 있는 데이터의 위치 정보를 저장하는 단말기이다. Dnode는 요청 메시지를 분석하여 요청된 데이터를 가지고 있는 단말기의 ID(혹은 IP address)를 전송하게 된다. 수신 단말기는 응답 메시지의 ID를 갖는 단말기로부터 데이터를 획득하게 된다.

이 기법에서는 다음과 같은 operation이 요구된다.

- Dnode 선출

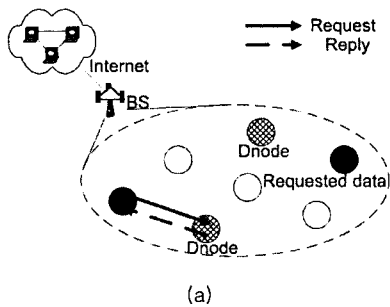
Dnode는 단말기로부터의 요청에 대해 응답을 해주어야 하는 등 부가적인 일을 하기 때문에, 다른 단말기보다 전력 소모가 많게 된다. 따라서 특정 단말기의 전력 고갈을 막기 위해 주기적으로 Dnode를 선출해야 한다.

- 데이터 위치 정보의 갱신

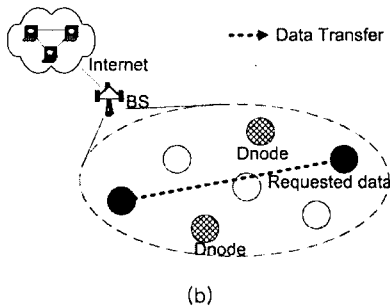
이동 Ad Hoc 망에서 단말기는 자유롭게 시스템에 참여하고 또 나갈 수 있기 때문에, Dnode들은 다음과 같은 방법으로 데이터의 위치 정보를 갱신할 수 있다.

- Dnode는 자신의 전송 범위 내에 있는 단말기로부터 데이터 위치 정보를 직접 얻는다.
- Dnode는 이동 Ad Hoc 망의 데이터 전송을 엿들음으로써 데이터의 위치 정보를 예측할 수 있다.
- Dnode들간 자신이 가지고 있는 정보를 주기적으로 교환함으로써 데이터 위치 정보를 갱신하게 된다.

이 기법의 장점은 이동 Ad Hoc 망의 오버헤드를 줄일 수 있다는 것이다. 반면에 구현이 어렵다는 것이 단점이다.

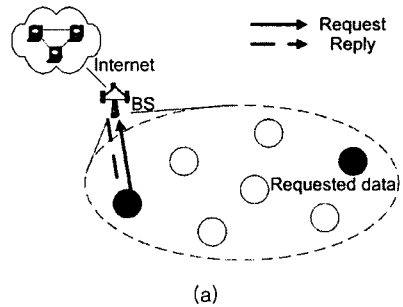


(a)

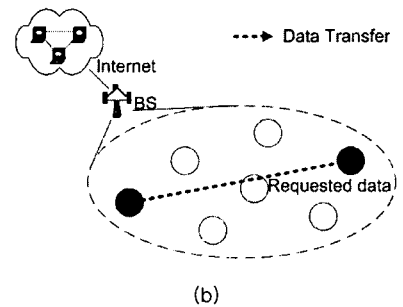


(b)

[그림 2] Dnode를 사용하여 요청된 데이터를 찾는 기법



(a)



(b)

[그림 3] 기지국을 dnode를 사용하여 요청된 데이터를 찾는 기법

3.3 기지국을 사용하여 요청된 데이터를 찾는 기법

세번째 기법에서 기지국은 두번째 기법에서의 Dnode와 유사한 역할을 한다. 단말기는 기지국의 서비스 영역에 들어가게 되면 기지국에 등록을 하면서 자신이 공유하고 있는 데이터의 정보(ID 혹은 데이터를 얻은 URL)를 전송하게 된다. 기지국은 단말기로부터 받은 정보를 테이블에 저장한다. 단말기는 원하는 데이터를 가진 단말기의 정보를 얻기 위한 요청 메시지를 기지국에게 보낸다. 기지국은 데이터 위치 정보 테이블을 검색하여 요청된 데이터를 가지고 있는 단말기의 정보를 전해주게 된다. 이때 기지국과 단말기의 통신은 셀룰러 망의 Control Channel을 통해 이루어진다. 수신 단말기는 이 정보를 가지고 이동 Ad Hoc 망을 통해 요청한 데이터를 획득하게 된다. 그러나 데이터 위치 정보 테이블에 요청된 쿼리에 맞는 정보가 없을 경우, 즉 이동 Ad Hoc 망 내에 요청된 데이터가 없다면, 기지국은 직접 인터넷으로 요청 메시지를 보내게 된다.

이 기법의 장점은 이동 Ad Hoc 망에 불필요한 메시지를 제거함으로써 오버헤드를 획기적으로 줄일 수 있다는 것이다. 반면에 단말기와 기지국 간에 새로운 메시지를 추가해야 한다.

4. 결론 및 향후 연구 과제

무선 인터넷 서비스의 인기가 늘어나고 사용자가 증가하면서 셀룰러 망의 사용이 증가하고, 그로 인해 셀룰러 망의 대역폭 부족에 대한 문제가 이슈가 되고 있다. 이와 관련하여 대역폭 부족을 해결하기 위한 다양한 연구가 진행 중이다. 본 논문에서는 셀룰러 망에 이동 Ad Hoc 망을 통합함으로써 셀룰러 망의 부하를 줄이고 대역폭 부족을 해결하기 위한 기법들

을 제안하였다.

본 논문에서는 제안된 기법들에 대해 상세한 구현 알고리즘 및 시뮬레이션에 대해서는 언급이 되지 않았다. 따라서, 향후 연구는 제안된 기법의 세부 구현을 위한 연구와 시뮬레이션을 통한 성능 분석이 진행될 것이다.

참고 문헌

- [1] IEEE Computer Society LAN MAN Standards Committee, "Wireless LAN Medium Access Control and Physical Layer Specification," *IEEE 802.11 Standard*, August 1999.
- [2] Online Document, "HiperLAN2 Global Forum," <http://www.hiperlan2.com/>, March 2002.
- [3] Y.-D. Lin and Y.-C. Hsu, "Multihop Cellular: A New Architecture for Wireless Communications," *Proceedings of IEEE INFOCOM*, March 2000.
- [4] C. Qiao and H. Wu, "iCAR: An integrated cellular and ad-hoc relay system," *In Proceedings of IC3N*, October 2000.
- [5] Jie (Jay) Zhou and Yang Richard Yang, "PARCeIS - Pervasive Ad-hoc Relaying for Cellular Systems" . *In Proceedings of Med-Hoc-Net, Sardegna, Italy*, September 2002.
- [6] M. Papadopouli and H. Shulzrinne, "Effect of power conservation, wireless coverage and cooperation on data dissemination among mobile device" , *In Proceedings of ACM MobiHoc*, October 2001.