

3G와 Wi-Fi 애드혹 네트워크의 효율적인 사용

윤지현, 유명진, 윤미선, 양성봉
연세대학교 컴퓨터과학과

e-mail : y_chick@naver.com, Mjgrrr1@naver.com, misun6312@hanmail.net,
yang@cs.yonsei.ac.kr

Efficient Usage of Wi-Fi Ad-hoc Network with 3G

Ji-Hyun Yoon, Myoung-Jin Yoo, Mi-Sun Yoon, Sung-Bong Yang
Department of Computer Science, Yonsei University

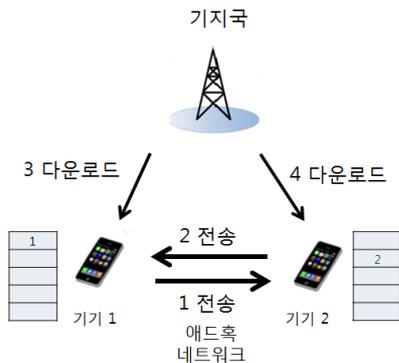
요 약

스마트 폰의 보급과 함께, 무선 네트워크에서의 데이터 사용량이 급격하게 증가하고 있다. 이로 인해 발생하는 서버의 과부하와 그로 인한 속도 저하를 해결하기 위하여, 본 논문에서는 Wi-Fi 애드혹 네트워크를 이용한 통신을 3G 통신망에 효율적으로 접목하는 기법을 제안한다. 본 논문에서는 하나의 파일을 다수의 파일 블록으로 나누어 받는 방식을 이용하며, Wi-Fi 애드혹 네트워크를 이용해 주변에 있는 다른 이용자에게 파일 블록을 요청함과 동시에 자신이 가진 파일 블록 테이블을 다른 이용자에게 전달해주는 기법을 제안한다. 이를 이용하여 상대가 가지고 있을 것이라고 추측되는 파일 블록을 알아내어, 요청할 수 있다. 그 결과, 제안된 알고리즘이 3G와 Wi-Fi 애드혹 네트워크를 랜덤으로 이용하는 방법 대비 73%의 속도 향상과 43%의 3G 사용량 감소 효과를 보임을 확인할 수 있었다.

1. 서론

오늘날 스마트폰은 IT분야의 최고 화두가 될 정도로 빠른 속도로 보급되고 있다. 이러한 스마트폰의 폭발적인 증가에 따라, 모바일 데이터 시장의 트래픽 역시 급증하였다. Cisco에 따르면, 4G망 보급을 전제로 할 때, 모바일 인터넷 이용자 수는 매년 50%씩 성장할 것으로 추정되며, 데이터 사용량 역시 매년 100%씩 성장할 것으로 추정된다 [1]. 이에 따라 생기는 기지국의 과부하를 막기 위하여 통신사들은 Wi-Fi 망을 설치하여 트래픽을 분산하고 있으며, 4G의 도입을 서두르고 있다 [1]. 하지만, Wi-Fi 애드혹 네트워크를 이용할 경우, 망 투자 없이도 기지국의 부하를 줄일 수 있다.

그림 1은 3G망과 Wi-Fi 애드혹 네트워크를 함께 이용하는 환경을 간략화한 것이다. 서로의 Wi-Fi 애드혹 네트워크의 통신범위 안에 위치한 두 기기가 동일한 파일을 다운받겠다고 가정하자. 본 논문은 파일을 다수의 파일 블록으로 나누어 받은 후, 이를 하나로 합치는 방법을 이용한다. 그림 1과 같이 파일을 5개의 블록으로 나누어 받을 경우, 기기 1은 현재 1번 블록을 가지고 있고, 기기 2는 현재 2번 블록을 가지고 있다고 가정하자. 이때, 그림과 같이 상대방이 가진 파일 블록을 Wi-Fi 애드혹 네트워크를 이용해 다운받고, 주변에 파일 블록을 가진 기기가 없을 경우에만 기지국으로부터 파일 블록을 다운받는다. 이를 이용하면, 일반적으로 파일 전체를 기지국으로부터 받는 대신 더 빠른 Wi-Fi 애드혹 네트워크를 이용해 파일을 나누어 받음으로서 기지국에 걸리는 부하가 줄어들고 동시에, 다운로드 속도까지 향상시킬 수 있다. 이는 많은 사용자가 가지고 있는 콘텐츠일수록 Wi-Fi 애드혹 네트워크의 이용률이 높아져 더 큰 효과를 보인다.



(그림 1) 시스템 환경 간략화

본 논문에서는 3G망에 Wi-Fi 애드혹 네트워크를 효율적으로 접목시켜 트래픽의 감소와 속도의 향상을 이루어낼 수 있는 기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연

구에 대해서 설명한다. 3장에서는 본 연구에서 제안하는 애드혹 네트워크의 접합기법을 소개한다. 4장에서는 각 접합기법의 실제 실험결과를 보여주며, 5장에서는 본 논문의 결론과 향후 논의되어야 할 내용을 소개한다.

2. 관련 연구

연구 [2]는 스트리밍 관점에서 Wi-Fi와 3G를 동시에 사용하는 환경을 구현하였다. 하지만 이동성이 고려되지 않았고, 전체 파일을 가진 기기가 항상 옆에 존재한다는 가정 하에 진행된 연구이다. 본 논문은 이웃 기기가 완성된 파일을 가지지 않았을 수도 있다는 가정 하에, 이동성까지 고려하였다.

연구 [3]은 본 연구와 유사하게, Wi-Fi 애드혹 네트워크를 이용하여 기지국의 부하를 줄이는 실험을 하였다. 하지만 이동성을 고려하지 않은 채, 정지한 기기들을 이용하여 클러스터를 만들어 실험하였다. 본 논문은 이동성을 함께 고려하였다.

연구 [4]는 모바일 P2P상에서 효율적인 콘텐츠 검색을 위한 2계층의 구조를 제시하였다. 연구 [4]는 Wi-Fi 애드혹 네트워크만을 이용한 단일 서비스 환경이며, 검색속도에 초점을 맞춘 연구이다. 본 논문은 효과적인 이종망 사용을 통한 3G의 트래픽 감소 및 속도 향상을 얻고자 한다.

3. 제안하는 방법

가. 랜덤 선택(Random Selection, RS) 기법

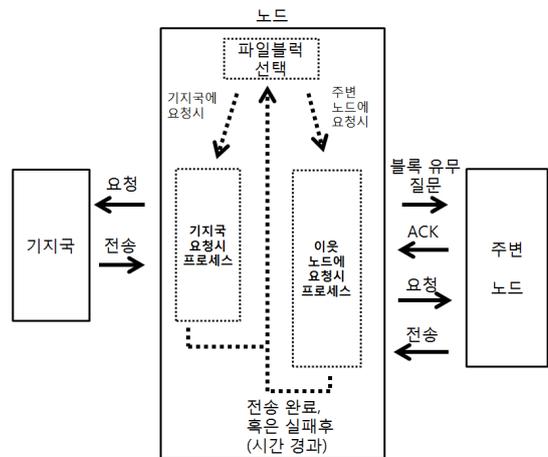
RS는 이후 제시될 기법들의 성능을 비교하기 위하여 제시하는 가장 단순한 기법이다. RS는 Wi-Fi 애드혹 네트워크와 3G를 랜덤으로 선택하여 전송받는 기법이다. 각 기기(노드라 칭한다)는 자신이 가지지 않은 파일 블록들 중 하나를 임의로 선택해 다운받은 후, 다른 파일 블록을 받는 작업을 반복해 전체 파일을 완성시킨다. 이 때, 노드는 Wi-Fi 애드혹 네트워크를 통하여 파일 블록을 받아야 할지, 아니면 기지국을 통하여 파일 블록을 받아야 할지를 결정하여야 한다.

그림 2는 RS기법을 보여주고 있다. 그림 2에서 각 실선의 사각형은 하나의 기지국, 노드, 주변노드를 뜻하며, 실선의 화살표는 통신을 뜻한다. 노드는 요청할 파일 블록을 선택한 뒤, Wi-Fi 애드혹 네트워크와 3G 중에서 어느 것을 통하여 전송을 요청할지를 랜덤으로 결정한다.

3G를 선택할 경우, 기지국에게 파일 블록의 전송을

요청한 뒤, 파일을 받거나 혹은 기지국의 응답이 없어 다운로드를 실패한 뒤 다시 파일 블록 선택으로 돌아간다.

Wi-Fi 애드혹 네트워크를 선택할 경우, 주변노드에 게 브로드캐스트로 해당 파일 블록의 소지여부를 질문한다. 브로드캐스트를 받은 주변노드는 자신이 해당 파일 블록을 가지고 있을 경우에만 ACK 메시지를 보내준다. ACK가 돌아올 경우, 가장 먼저 ACK를 보내준 노드를 통하여 해당 파일 블록을 받은 후 파일 블록 선택으로 돌아가며, ACK가 오지 않을 경우, 다운로드를 실패한 후, 다시 파일 블록 선택으로 돌아가게 된다.

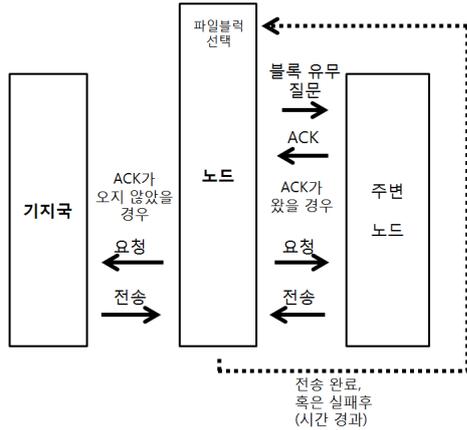


(그림 2) RS 기법

나. 선 Wi-Fi(Wi-Fi First, WF) 기법

WF는 우선적으로 Wi-Fi 애드혹 네트워크를 이용하는 기법이다. RS의 경우 주변 노드가 가지고 있는 파일을, Wi-Fi 애드혹 네트워크에 물어보지 않고 기지국으로부터 받게 되는 경우가 생기게 된다. 이를 해결하기 위하여 제안하는 기법으로, 그림 3과 같은 순서로 작동한다. 그림 3에서 각 실선의 사각형은 하나의 기지국, 노드, 주변노드를 뜻하며, 실선의 화살표는 통신을 뜻한다.

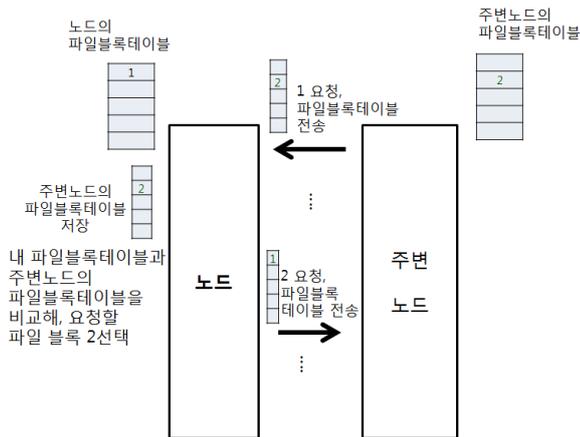
노드는 파일을 받기 위해서 먼저, 선택한 파일 블록을 항상 Wi-Fi 애드혹 네트워크를 통하여 해당 파일 블록을 가진 이웃노드가 있는지를 검색한다. 이를 가진 이웃노드가 있을 경우 ACK가 오게 되므로 가장 먼저 ACK를 준 이웃노드로부터 해당 파일 블록을 전송받고, 해당 파일 블록을 가진 이웃이 없을 경우 기지국을 통하여 파일 블록을 전송받도록 한다.



(그림 3) WF기법

다. 예측 선 Wi-Fi(Predictable Wi-Fi First, PWF)기법

PWF는, 상대가 가졌을 것으로 예상되는 블록을 요청하는 기법이다. 주변 노드가 나에게 없는 파일 블록을 가진 경우, 그 파일 블록을 요청하면 더 빠르게 받을 수 있다. 하지만 WF의 경우 파일 블록을 랜덤하게 선택해 요청하기 때문에, 주변 노드가 나에게 없는 파일 블록을 가진 경우에도 이가 아닌 다른 파일 블록을 요청해, 불필요하게 기지국을 이용하는 경우가 생길 수 있다. 이를 해결하기 위하여 제안하는 기법이다. 파일 블록을 선택하는 방법을 향상시켜서, 상대가 가지고 있는 파일 블록을 우선적으로 가져오는 기법이다.



(그림 4) PWF기법

그림 4는 PWF기법을 보여주고 있다. 각 사각형은 하나의 노드를 뜻하며, 표는 파일 블록 테이블을 뜻한다. PWF 기법에서는 브로드캐스트 시, 자신이 가지고 있는 파일 블록 테이블을 함께 전송한다. 그림 4에서 주변노드는 파일 블록 1을 요청하며 자신의

파일 블록 테이블을 함께 전송한다. 이를 받은 노드는 이 파일 블록 테이블을 저장한다. 이후, 노드는 이 파일 블록 테이블과 자신의 테이블을 비교해, 자신에게 없는 파일 블록 2를 요청함과 동시에, 자신의 파일 블록 테이블을 주변노드에 전송한다. 이미 Wi-Fi 애드혹 네트워크의 전송범위 밖으로 벗어난 노드를 참고하는 경우의 수를 최소한으로 줄이기 위하여, 최근에 통신한 노드들의 파일 블록 테이블 만을 저장하도록 하였다.

4. 실험 결과

제안하는 알고리즘의 성능을 검증하기 위해 네트워크 시뮬레이터 NS-3을 이용하였다 [5]. 가로 500m 세로 500m의 영역을 네트워크 영역으로 설정하였으며, 이 영역의 정 중앙에 기지국(BS)을 설치하였다. 20개의 노드를 이용하여 네트워크 영역을 이동하며 파일을 다운받도록 하였으며, 이동패턴은 Random Way Point(RWP)모델을 이용하였다. BS의 경우 NS-3 시뮬레이터에 3G가 구현되어있지 않은 관계로 4G 모델인 WIMAX로 대체하였다. 다운받는 파일은 100개의 파일 블록으로 나누어 받는다고 가정하였으며, 각 파일 블록의 사이즈는 약 600kb로 설정하였다. Wi-Fi의 속도는 IEEE 802.11b로 가정해 11Mbps [6], WIMAX의 속도는 1xEV-DO 로 가정하여 3.1Mbps로 설정하였다 [7]. 공정한 실험 결과를 위하여 실험은 10번을 측정 한 뒤, 평균값을 구하였다. NS-3의 자세한 설정은 표1 과 같다.

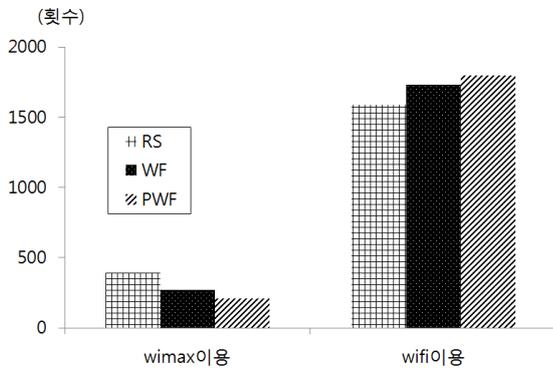
변수(단위)	값
실험 영역(m ²)	500 * 500
BS 개수(개)	1
노드 개수(개)	20
BS의 통신반경(m)	500
Wi-Fi의 통신반경(m)	180
WIMAX의 속도(Mbps)	3.1
Wi-Fi 의 속도(Mbps)	11.0
파일 블록의 크기(kb)	600
파일 블록의 개수(개)	100

(표 1) NS-3 실험환경

성능 평가를 위하여 WIMAX와 Wi-Fi 애드혹 네트워크의 사용 횟수, 모든 파일을 전송을 하는데 걸린 시간, 총 3가지를 이용하였다. 여기서 WIMAX와 Wi-Fi 애드혹 네트워크의 사용 횟수는 파일 블록을 받는데 사용한 횟수를 뜻하며, 3G에 걸리는 부하가 얼마나 감소되는지를 측정하는데 이용하였다. 파일 전송시간은 Wi-Fi 애드혹 네트워크의 사용으로 인

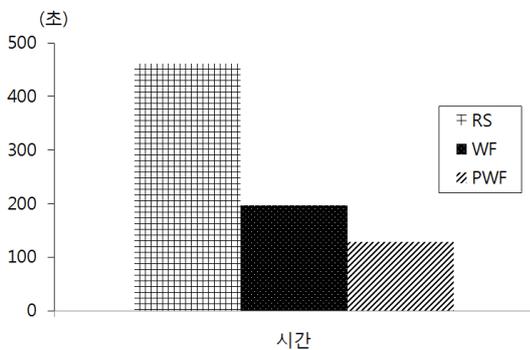
해 향상되는 속도를 측정하는데 이용하였다.

각 시뮬레이션의 결과, WIMAX와 Wi-Fi 애드혹 네트워크의 사용횟수는 그림 5와 같다. 여기서 사용횟수란, 각 통신망을 통하여 다운받은 파일 블록의 숫자를 뜻한다.



(그림 5) 알고리즘 별 각 망의 사용 횟수

항상 Wi-Fi 애드혹 네트워크를 검사하도록 한 WF가 RS에 비해 Wi-Fi 애드혹 네트워크의 이용률이 8% 증가하였으며, 이에 따라 WIMAX의 이용률은 30%가량 감소하였다. Wi-Fi 애드혹 네트워크의 검색 성공률을 높이도록 만들어진 PWF는 WF보다 Wi-Fi 애드혹 네트워크의 이용률이 3% 증가하였다. PWF의 WIMAX 이용률은 WF에 비해 23%, RS에 비해 47% 감소하였다.



(그림 6) 알고리즘별 소요 시간

그림 6은 각 알고리즘이 파일 다운로드를 완료하는데 걸린 시간을 나타낸다. WF의 경우, RS에 비해 58% 빨리 다운로드를 완료하였으며, PWF의 경우 WF에 비해 35%, RS에 비해 73% 빠르게 다운로드를 완료하였다.

위 결과들을 정리해 보면, Wi-Fi 애드혹 네트워크를 이용할 경우 서버의 부하가 줄어들고 동시에 속도 역시 향상됨을 알 수 있다. 또, Wi-Fi 애드혹 네트워크의 사용률을 높일수록 서버의 부하가 감소하며, 전송속도 역시 향상됨을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 3G와 Wi-Fi 애드혹 네트워크의 접목을 제안하고, 제안한 RW, WF, PWF기법의 성능을 실험을 통해 확인하였다.

현재 실험에서 사용된 알고리즘은 Wi-Fi 애드혹 네트워크 통신을 1 hop만 이용하였다. 차후, multi-hop을 사용할 경우 발생할 수 있는 여러 현상들을 고려하여, BS의 사용량을 줄이면서 더 빠른 파일 전송을 하는 알고리즘에 대한 연구를 진행할 예정이다.

6. 사사

본 연구는 한국과학재단(KOSEF) 일반 연구자 지원사업(2009-0073072) 지원으로 수행되었음

참고 문헌

- [1] 전수연, 임동민, “모바일 트래픽 증가에 대한 이동통신사업자의 대응동향”, 방송통신정책, 제22권, 17호, 2010
- [2] 이광조, 김선겸, 양성봉, “3G와 WIFI 망을 이용한 P2P 동영상 스트리밍 시스템”, 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집, 제17권, 2호, 2010
- [3] 강승석, “무선 P2P 네트워크에서 Peer 사이의 효율적 자료 분배 방법에 대한 연구”, 한국시뮬레이션학회 논문지, 제15권, 4호, 2006
- [4] 락동원, 복경수, 강태호, 여명호, 유재수, 조기형, “콘텐츠 검색 서비스를 위한 효율적인 이동 P2P 구조”, 한국콘텐츠학회 논문지, 제9권, 1호, 2009
- [5] NS-3, <http://www.nsnam.org>
- [6] Behrouz A. Forouzan, “Data Communications and Networking Fourth Edition”, McGraw-Hill, 2006
- [7] Xin Liu, Ashwin Sridharan, Sridhar Machiraju, Mukund Seshadri, Hui Zang, “Experiences in a 3G Network: Interplay between the Wireless Channel and Applications”, Proceedings of ACM MobiCom, 2008