

모바일 Ad-hoc 네트워크에서 그룹화를 통한 P2P 네트워크 구축

허림*, 홍충선**, 김대선***

경희대학교 컴퓨터공학과

e-mail: rhaw@networking.khu.ac.kr*, cshong@khu.ac.kr**

dskim@networking.khu.ac.kr***

P2P Network Organization using Grouping in Mobile Ad-hoc Network

Rim Haw*, Choong Seon Hong** and Dae Sun Kim***

Dept of Computer Engineering, Kyung Hee University

요 약

최근 모바일 단말의 사용과 그에 관련된 제품의 개발이 급증하고 있는 관계로 이와 관련된 많은 Peer-to-Peer (P2P) 연구들이 진행 중이다. 특히, Mobile Ad-Hoc 네트워크 환경에서의 P2P 방식에 대한 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 하지만, Flooding 방식의 메시지 전송은, 파일 탐색 시 Query 메시지가 기하급수적으로 증가할 수 있다. 이러한 메시지 전송은 센서 네트워크에서는 전력의 급격한 소모를 가져와 네트워크의 유지를 할 수 없게 하는 등의 오버헤드를 발생시킨다. 본 논문에서는 이러한 P2P 파일 검색에서의 메시지 전송수를 줄이기 위해 Mobile Ad-Hoc Network 환경에서 Peer를 Parent Peer (PPR)와 Child Peer(CPR)로 구분화하여 그룹화를 시키고 그룹을 Peer로 둔 P2P 네트워크를 구성하였다. 또한, 그룹 안에서 발생하는 CPR들의 가입과 탈퇴를 관리하여 오버헤드 발생을 줄이는 방법을 제안한다.

1. 서론

최근 CPU 및 저장장치의 발달로 인하여, 많은 종류의 모바일 기기 (핸드폰, PDA, 넷북, PMP 등)가 개발되고 있다. 따라서 이러한 모바일 단말기 기술에 대한 연구도 활발히 진행 중이다. 특히 모바일 환경에서의 Peer-to-Peer (P2P) [1]에 관련된 연구가 최근 많은 관심을 받고 있다. 하지만, 기존의 P2P 방식은 유선환경을 위해 연구되어 왔기 때문에, 한정된 통신 범위를 가지고 있는 현재의 모바일 기술에는 적합하지 않다. 따라서 모바일 환경을 위한 P2P 연구가 기존의 유선 방식과는 별도로 개발되었다. 그 중 대표적인 Ad-hoc 네트워크 환경의 P2P 기술로는 ORION (Optimized Routing Independent Overlay Network) [2] 방식이 있다. ORION은 P2P에서 파일 검색 시 발생할 수 있는 Query 메시지의 급격한 증가를 감소시키기 위한 방법으로 파일 관리 테이블을 사용하여 파일 라우팅 정보를 저장하기 때문에, 노드가 이동할 때 경로의 신뢰성이 떨어지는 문제점이 있다.

본 논문에서는 파일 검색 시 발생하는 오버헤드를 줄이는 것에 초점을 두고, Ad-hoc 네트워크 환경에서의 그룹 P2P 네트워크 구축하였다. 먼저 PPR (Parent Peer)와 CPR (Child Peer)로 Peer를 구분하여 그룹을 만들어, 부모-자식의 그룹 네트워크를 구성하였다. PPR는 자신의 CPR의 파일 정보를 ORION 방식과 유사한 파일 관리 테이블을 만들어 이를 관리한다. 그리고 각 그룹들은 서로

P2P 네트워크를 구축하여 통신한다. 또한, 파일을 검색하기 위해 기존의 모바일 P2P 방식에서 사용하는 Multi-Broadcast 방식이 아닌 PPR을 사용하여 파일 정보를 얻어 오버헤드의 발생을 피하고, 파일 관리 테이블을 통한 모바일 환경에서 일어날 수 있는 Peer의 가입과 탈퇴 및 관리하는 방법을 제안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서 관련연구를 설명하고, 3절에서 제안사항인 Peer들을 그룹화하는 방법과 파일 검색 동작을 설명한다. 4절에서 제안한 방식의 평가를 내리고, 5절에서 결론과 향후 연구과제에 대하여 기술한다.

2. 관련연구

2.1 Ad-hoc 네트워크

Ad-hoc 네트워크 [3]는 AP(Access Point)없이 흩어져 있는 무선 노드들사이의 네트워크 구조이다. 이 구조에서는 중간에서 제어하는 노드가 없기 때문에, 각 노드들은 자신이 가질 수 있는 정보를 최대한 활용하여 네트워크에서 통신이 가능하도록 라우팅 해야 한다.

2.2 P2P 네트워크

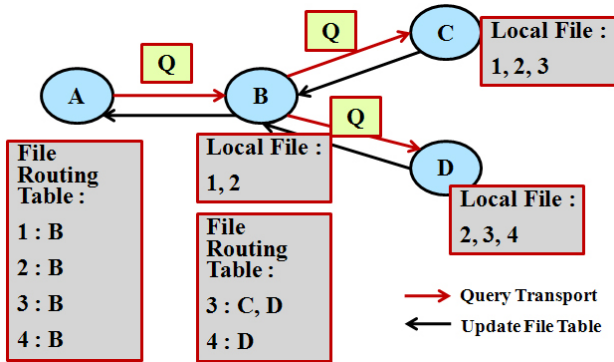
P2P 기술은 네트워크에 참여하는 각 Peer가 적은 수의 일부 중앙 서버에 의존하는 기존의 클라이언트/서버 방식의 컴퓨터와 달리, 개별 Peer간에 자원 (공유콘텐츠, 컴퓨터) 등을 공유하는 방식의 분산컴퓨팅 패러다임을 의미하며, 단순히 네트워크 토폴로지 형태를 기초로 P2P 네트워크라고 한다 [4]. P2P는 클라이언트/서버 형태의 방식과 모든 Peer들이 네트워크에 동등하게 참여하는 방식들이 있다. 하지만 기존 P2P 방식의 경우 파일 검색을 위해

"This work was supported by the Korea Science and Engineering Foundation(KOSEF) grant funded by the Korea government(MEST)" (No. R01-2008-000-20801-0)

Query 메시지를 전송하는 과정에서 P2P에 참여하고 있는 많은 노드들이 같은 Query 메시지를 전송하여 네트워크의 부하가 심해지는 문제점이 발생할 수 있기 때문에 이러한 문제를 해결하기 위해서 ORION (Optimized Routing Independent Overlay Network)를 사용한 P2P가 개발되었다.

2.2.1 ORION (Optimized Routing Independent Overlay Network)

ORION (Optimized Routing Independent Overlay Network) 검색 알고리즘은 키워드 기반의 파일 검색 알고리즘이다. ORION은 Ad-hoc 네트워크 상에서 효과적으로 파일을 검색하기 위해 응용계층의 질의 메시지와 네트워크 계층의 질의 메시지를 통합하여 두 개의 라우팅 테이블인 경로 라우팅 테이블과 파일 라우팅 테이블을 관리한다. 라우팅 테이블은 AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector) [5]의 라우팅 테이블과 유사한 구조이며, 파일 라우팅 테이블은 원하는 파일에 대한 경로 정보를 유지하여, 네트워크 트래픽을 줄이고 정확한 파일 검색으로 네트워크의 신뢰성을 향상시킨다.



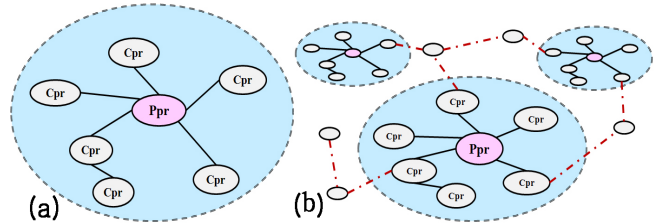
(그림 1) ORION의 파일 검색 방법

그림 1은 ORION의 동작을 나타낸다. 네트워크가 구축되면 Flooding 방식을 사용하여 사용자가 원하고자하는 자원을 검색한다. Peer A는 파일 “4”를 검색하기 위해 Query 메시지를 Peer B에게 전송한다. Peer B는 자신의 Local File table에 파일 “4”의 정보가 없기 때문에 다시 자신의 이웃 Peer들에게 Query 메시지를 파일을 찾을 때까지 Flooding한다. 그리고 자신의 파일 테이블에서 파일이 검색되면 자신의 이웃 Peer에게 파일 관리 테이블을 업데이트하라는 메시지를 전송한다. 그러나 파일 라우팅 정보를 저장하기 때문에 노드가 이동할 경우 경로의 신뢰성이 떨어지는 문제점이 발생한다. 또한 Peer의 수가 많은 경우 Query 메시지 전송이 잦아지는 문제점이 있다.

3. 제안사항

본 논문에서 Ad-hoc 네트워크를 기반으로 하는 P2P에서 파일 검색 시 발생할 수 있는 잦은 Query 메시지 전송 수를 줄이기 위해 P2P의 Peer들을 그룹화 시키는 방법을 사용한다. Ad-hoc 네트워크에서 노드를 그룹화 시키는 방법은 다음과 같다. 네트워크를 미리 설계하여 노드의 정보를 이용하는 방법, GPS (Global Positioning System) 등의 기술과 도구를 사용하여 노드의 지역정보를 이용하는

방법, 노드의 관계를 부모-자식의 관계로 맺으며 확장시켜 그룹을 형성해 나가는 3가지 방법이 있다. 사전에 네트워크를 설계하는 방법은 Ad-hoc 네트워크에서 노드의 이동이 자주 발생하면 그룹을 유지하기 힘들고, GPS등을 사용하는 방식은 GPS를 사용하는 비용과 그것을 사용하는 노드의 수명 등의 문제로 네트워크의 안정성을 보장하지 못한다. 특히, 센서 네트워크 환경에서 잦은 메시지 전송은 센서 노드의 배터리의 수명을 감소시키는 문제점을 발생시킨다. 따라서, 본 논문에서는 논리적인 부모-자식 그룹을 형성하는 방식을 고려하였다.



(그림 2) (a) 부모-자식 Peer 그룹
(b) Peer 그룹을 사용한 P2P

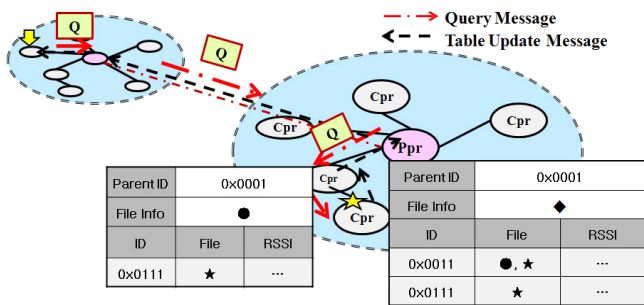
그림 2 (a)는 본 논문에서 제안하는 부모-자식 Peer 그룹을 나타낸다. 그룹의 범위는 PPR의 신호세기로 결정되며, 그룹간의 경계는 최외각에 존재하는 CPR의 그룹 ID를 비교하여 결정하게 된다. Peer 그룹에서 PPR은 CPR을 관리하고, CPR이 가지고 있는 파일 정보에 대한 테이블을 작성한다. 또한 각각의 그룹들은 PPR을 통하여 통신하며, 서로 새로운 P2P 네트워크를 구성한다. 그림 2 (b)는 그룹을 사용한 P2P 네트워크의 예를 보여준다. Peer 그룹의 통신을 위해 각 그룹의 PPR은 자신의 위치 정보를와 이웃 PPR의 위치정보를 가지고 있다고 가정한다. 새로운 Peer (CPR)가 모바일 P2P 그룹에 가입하면, 이 Peer는 기존의 PPR과 부모-자식의 관계를 맺는다. 이 때 새로 가입하는 CPR은 자신의 PPR 후보 중 파일 관리 테이블에 등록된 자식의 수가 가장 적고, 수신 신호 강도 (RSSI) [6]가 가장 강한 그룹에 가입하게 된다. 자식의 수가 적은 것은 Depth가 적고, 수신 신호 강도 (RSSI)가 강하다는 것은 부모-자식의 실제거리가 가까운 것을 의미한다.

CPR이 그룹에서 탈퇴하게 되면, 자신의 PPR과 CPR에게 탈퇴 메시지를 전송한다. 이 메시지를 전송받은 PPR은 탈퇴한 CPR의 ID를 사용하여 자신의 테이블에서 CPR을 삭제한다. 그리고, 만약 탈퇴 CPR에 다른 CPR이 가입되어 있는 경우 이러한 정보를 탈퇴 신청 메시지를 전송할 때 같이 포함시켜 전송한다. 새로운 CPR이 기존의 CPR에 가입하면 그룹ID로 PPR의 ID를 얻고 자신의 자원 정보 및 자신의 ID를 기존의 CPR로 전송한다. 기존의 CPR은 이것을 전송받아 자신의 파일 관리 테이블을 업데이트하고, 업데이트한 내용을 자신의 상위 PPR으로 전송한다. 이러한 동작으로 PPR에는 자신에 속한 모든 CPR의 자원 정보가 전송되게 된다. 따라서 CPR이 자원의 공유나 탐색을 원할 때마다, 자신의 PPR에게 Query 메시지를 전달하여 정보를 얻을 수 있다. 표 1은 각 Peer가 생성하는 파일 관리 테이블을 나타낸다.

<표 1> 부모-자식 peer 그룹의 파일 관리 테이블

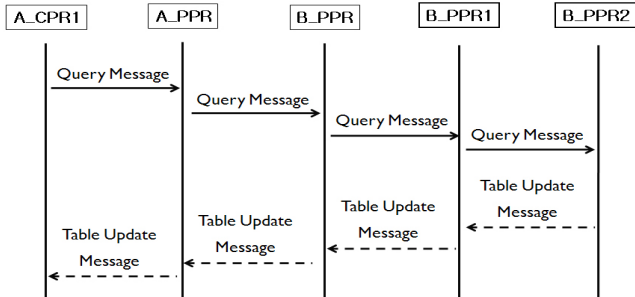
Parent ID	0x0001	
File Info	자신의 파일정보	
ID	File	RSSI
CPR ID	CPR File Info	

3.1 그룹 P2P의 파일 검색 시나리오



(그림 3) 그룹 P2P의 파일 검색 시나리오

그림 3는 본 논문에서 제안된 그룹 P2P의 파일 검색 시나리오이다. 왼쪽 그룹 Peer A의 A_CPR1이 파일 “★”를 찾기 위해 Query 메시지를 자신의 A_PPR에게 전송한다. A_PPR은 자신의 파일 정보 테이블에서 파일 존재 여부의 확인 후, 자신의 이웃 그룹의 PPR들에게 Query 메시지를 Broadcast한다.



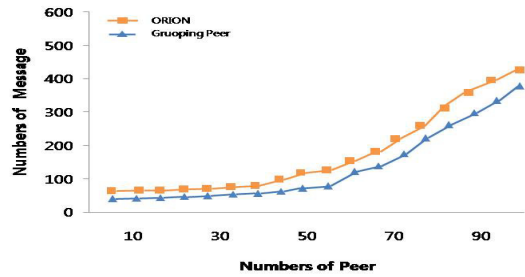
(그림 4) 파일 검색 동작의 시퀀스 다이어그램

그림 4는 파일 검색 동작을 시퀀스 다이어그램으로 나타낸 것이다. A_PPR의 Query 메시지를 전송받은 그룹 B의 B_PPR은 자신의 파일 정보 테이블에서 해당 파일 여부를 확인하고 파일이 확인되면 B_CPR1의 ID를 통하여 해당 B_CPR2로 Query 메시지를 전달한다. Query 메시지를 전달받은 CPR은 다시 자신의 파일 정보 테이블을 확인하여 Query 메시지를 전달한다.

4. 평가

본 논문에서 제안한 방식은 기존의 P2P를 부모-자식 Peer 그룹으로 나누고, 그 그룹을 사용하여 P2P 네트워크를 구축하는 것이다. 그림 5는 본 논문에서 제안한 그룹 P2P와 ORION의 파일 검색 시 발생하는 Query 메시지 전송수를 비교한 것이다. 그래프에서 알 수 있듯이 파일 전송할 때 발생하는 Query 메시지가 그룹 P2P에서 감소한 것을 확인할 수 있다. 그룹 내부에서 파일 관리 테이블을 사용하여 불필요한 Query 메시지의 전송을 줄이고,

또한 그룹을 이용하여 P2P를 구성하였기 때문에, ORION보다 같은 수의 Peer라도 전체 P2P 네트워크의 구성시 Peer의 수는 감소하게 되기 때문이다.



(그림 5) Group P2P와 ORION의 비교

5. 결론 및 향후 과제

본 논문은 모바일 P2P 환경에서 파일 검색 시 발생할 수 있는 문제점인 Overhead를 줄이기 위해 부모-자식의 관계로 Peer들을 그룹화 하는 것을 제안하였다. 그 결과 기존의 ORION 방식 보다 Query 메시지 전송 수가 줄어든 P2P를 고려 할 수 있었다. 본 논문에서 제안한 방식은 그룹 내부를 구성하는 방법, CPR 수에 따라 테이블을 구성, 유지하는 비용이 증가할 수 있다. 또한 그룹을 사용한 P2P의 경우에도 그룹의 수가 증가함에 따라 다시 Query 메시지 전송수가 급증할 수 있다. 따라서, 향후 과제로 PPR과 CPR을 사용한 최적화된 그룹화 알고리즘을 연구하여, 그룹 내부에서의 안정성과 신뢰성을 높이고, 그룹을 사용한 P2P에서 발생할 수 있는 메시지 전송수의 급증 문제를 해결하기 위한 DHT (Distributed Hash Table) [7]방식을 적용하는 연구를 병행하겠다.

참고문헌

- [1] K. Aberer, M.Puncea, M. Hauswirth, and R. Schmidt, "Improving Data Access in P2P Systems", IEEE Internet Computing, Feb. 2002
- [2] Alexander Klemm, Christoph Lindemann and Oliver P. Waldhorst, "A Special-Purpose Peer-to-Peer File Sharing System for Mobile Ad-hoc Networks", IEEE Semiannual Vehicular Technology Conference 2003 FALL, October 2003
- [3] Ismail. D, Jaafar, M "Mobile ad hoc network overview", Asia-Pacific Conference 2007, December 2007
- [4] E.K. Lua, J.Crowcroft, M.Paris, R.Sharma and S. Lim, "A Survey and Comparison of Peer-to-Peer OverLay Network Schemes", IEEE Communications Surveys & Tutorials, pp. 72-93, Second Quater 2005
- [5] Gwalani S. Elizabeth M, Belding-Royer, "AODV-PA : AODV with Path Accumulation", ICC '03, May 2003
- [6] Rong-Hou Wu, Yang-Han Lee, Hsien-Wei Tseng, Yih-Guang Jan and Ming-Hsueh Chuang, "Study of characteristics of RSSI signal", ICIT 2008, April 2008
- [7] Ding.G., Bharat Bhargava, "Peer-to-Peer file-sharing over mobile ad hoc networks", International Workshop on Mobile Peer to Peer Computing 2004 (IWMP2P'04), March 2004