

모바일 Ad-hoc 네트워크에서 P2P 구조와 응용

송점기, 정홍중, 김동균 (경북대학교), 김병엽(한국전자통신연구원)

I. 서론

모바일 Ad-hoc 네트워크(MANET)는 고정된 인프라가 없는 환경에서 전송 범위의 제한이 있는 무선 노드들로 구성된 네트워크다. 현재까지 Ad-hoc 네트워크에서의 연구는 모바일 노드들 간의 높은 통신 효율성을 제공하기 위해서 IETF(Internet Engineering Task Force)의 MANET 워킹 그룹^[1]을 중심으로 라우팅 프로토콜에 대한 연구가 대부분이었다. 응용 분야 역시 병사들간이나 구조원들간의 데이터 통신이 가능한 전쟁터와 긴급재해복구 지역과 같은 분야로 한정되었다. 하지만 최근에는 Ad-hoc 환경에 적합한 응용모델에 대한 관심이 증가하면서, 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 아직 국내뿐만 아니라 국외에서 응용분야에 대한 연구가 미진한 상태이며, 활용되는 범위 역시 극히 한정되어 있다.

Ad-hoc 네트워크 상에서 동작하는 노드들간의 이동성이나 네트워크 구성 등의 특징들을 고려했을 때, 응용 모델은 P2P 형태와 유사한 특징을 가진다^[2]. 따라서 두 네트워크의 공통점들을 잘 이용하여 Ad-hoc 네트워크에 적합한 P2P 응용

모델에 대한 개발이 이루어져야 한다. 국외의 일부 연구기관 및 대학에서는 이 연구의 중요성을 인식하여 Ad-hoc 네트워크에서의 몇몇 응용들을 개발하고 있다. Ad-hoc 네트워크에서의 적합한 P2P 모델에 관한 연구로 기존 P2P 모델인 Gnutella, DHT^[3], Chord^[4] 등을 Ad-hoc 네트워크에 적용하거나, ORION^[5], MPP^[6], PROEM^[7] 등과 같은 P2P 응용 개발을 위한 플랫폼 개발 역시 이루어지고 있다. 이러한 연구를 기반으로 해서, 앞으로 Ad-hoc 네트워크에서의 응용은 초기 군사 및 재난 지역등과 같은 한정된 범위를 넘어서, 언제 어디서나 자유로운 통신 및 자원 공유가 가능한 다양한 서비스 개발이 가능 할 것이다. 또한 이러한 새로운 모델을 통해 그룹 통신 기반의 전혀 새로운 응용들을 개발할 것으로 기대된다.

본 고에서는 Ad-hoc 네트워크에서의 P2P 구조와 응용분야에 관해 설명한다. 2장에서는 Ad-hoc 네트워크에서의 P2P 구조에 대해 기술하고, 3장에서는 대학 및 연구소등에서 진행되고 있는 응용 기술 및 실생활에 사용될 수 있는 응용들에 관해 기술한다. 마지막으로 결론 및 향후 전망을 제시한다.

II. Ad-hoc 네트워크에서의 P2P 구조

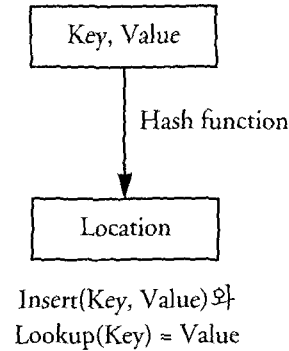
P2P(Peer-to-Peer) 네트워크에서 피어(Peer)들은 서버인 동시에 클라이언트의 역할을 수행하며, 인터넷 상에서 분산 네트워크를 형성한다. 이러한 특성을 갖는 P2P 네트워크는 자기 조직화(Self-organizing)의 기능을 가지며, 네트워크에 가입과 탈퇴가 빈번히 일어난다는 점에서 Ad-hoc 네트워크를 기반으로 한 응용 모델로 활용될 수 있다.

본 장에서는 P2P 네트워크 모델과 Ad-hoc에 적용하기에 적합한 P2P 네트워크 모델들에 대해서 설명한다. 그리고 서로 다른 계층에서 동작하는 두 모델을 혼합할 경우에 고려되어야 할 사항들에 대해 살펴본다.

1. P2P(peer-to-peer) 네트워크 모델

유선상에서 P2P 네트워크 모델은 크게 하이브리드 P2P 네트워크 모델과 순수 P2P 모델로 분류한다. 하이브리드 P2P 모델은 파일 검색기능과 같은 일부 기능을 서버에 의존하는 형태로서, 냅스터가 그 대표적인 예이다. 그에 반해 순수 P2P 모델은 네트워크를 형성하고 유지하는 기능에서부터 검색과 데이터의 전송까지 모든 기능들이 피어들만으로 유지된다.

순수 P2P 모델은 구조적(Structured) P2P와 비구조적(Unstructured) P2P 모델로 분류할 수 있다. 비구조적 P2P 모델의 대표적인 예로 Gnutella를 들 수 있다. 이 모델은 네트워크를 형성하는데 별도의 규칙 없이 그물망과 같은 형태의 P2P 오버레이(Overlay) 네트워크를 형성한다. P2P 네트워크에 피어들이 참여하고 검색을 수행하는 모든 과정들이 서버에 등록하는 과정 없이

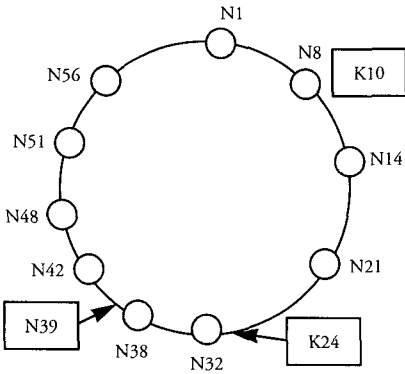


〈그림 1〉 DHT를 이용한 자원 검색

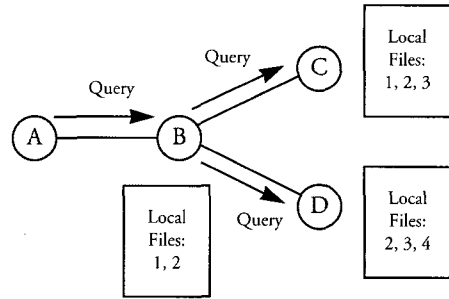
피어들끼리의 통신만으로 이루어진다. 네트워크에 가입하기 위해서는 네트워크에 참여하고 있는 어느 한 피어와 관계를 맺음으로써 네트워크에 가입할 수 있게 된다. 검색을 수행할 때는 자신이 연결을 맺고 있는 모든 피어들에게 질의를 던지게 되고, 그 피어들은 그들이 연결을 맺고 있는 피어들에게 다시 질의를 던지는 과정을 반복함으로써 검색 기능을 수행하도록 되어있다.

그누텔라가 질의를 던지는 과정에서 네트워크에 참여하고 있는 많은 노드들이 반복적으로 같은 질의 메시지를 전송하게 되어, 이로 인한 네트워크의 부하가 심해지는 문제점이 발생할 수 있다. 그리고 검색의 결과에 대한 신뢰도가 떨어지는 문제점도 유발된다. 위의 문제점들을 바탕으로 검색의 효율성과 신뢰성을 높이기 위해 분산해쉬테이블(DHT)을 이용한 P2P연구를 시작하게 되었다.

DHT기반의 오버레이 네트워크는 파일과 그 파일을 해쉬함수에 적용했을 때 얻어지는 키값을 사용하여 검색을 위한 테이블을 형성하도록 설계되었다. 네트워크에 참여한 피어들이 전체의 파일 정보들을 분산하여 저장하고, 검색을 수행할 때는 파일에 해당하는 키 값을 바탕으로 검색



〈그림 2〉 Chord 네트워크



〈그림 3〉 ORION상에서 질의 전송과정

색을 수행한다.

DHT기반으로 P2P 네트워크를 구성하는 방법 중 하나로 MIT에서 제안한 Chord가 있다. SHA-1를 이용한 Consistent Hashing을 사용하여 피어와 각 키에 m -bit의 아이디를 부여한다. 그림 2에서와 같이 네트워크를 구성하는 노드들이 링 형태의 P2P 오버레이 네트워크를 구성하고 각 피어들마다 해쉬함수를 사용하여 아이디를 할당한다. 그리고 네트워크 전체의 키들을 관리하기 위해서 각 피어들마다 자신의 아이디에 해당하는 키들을 나누어 관리하도록 구성된다. 이 네트워크에서 원하는 키를 검색하기 위해서 키의 정보를 저장하고 있는 Successor 노드를 찾아야 한다. Successor를 찾기 위해 네트워크 전체에 질의를 하는 대신 각 피어들마다 보유하고 있는 라우팅 테이블의 역할을 수행하는 finger table을 사용하여 Successor를 찾는다. N 개의 피어로 구성된 네트워크에서 각 피어들은 $O(1/N)$ 의 키만 관리하면 된다. 그리고 검색을 수행하기 위해서도 $O(\log N)$ 개의 질의 메시지만 사용하여 검색을 수행한다.

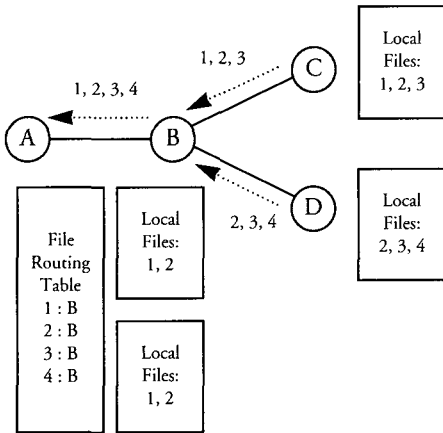
위에서 언급한 방법들은 유선상에서 각 노드의 파일 공유 및 탐색 기능을 위한 검색 알고리

즘으로 파일 검색에 있어서 효율적인 방법이다. 이러한 방법들을 Ad-hoc 네트워크와 같이 영속적인 연결이 보장되지 않는 환경에 적용하기 위해서는 불안정한 연결에 대한 대처 능력이 필요하다.

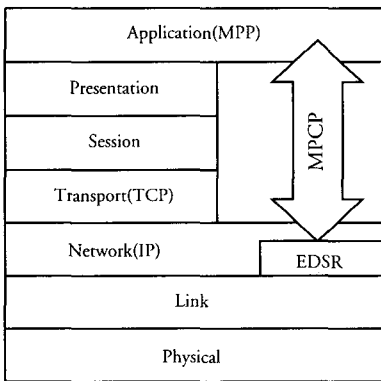
2. Ad-hoc에서 P2P 네트워크 모델

ORION(Optimized Routing Independent Overlay Network)⁵⁾ 검색 알고리즘은 Ad-hoc 네트워크 상에서 적용할 수 있는 키워드 기반의 파일 검색 알고리즘이다.

ORION은 Ad-hoc 네트워크 상에서, 효과적인 파일 검색을 위하여 응용 계층의 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)의 라우팅 테이블과 유사한 구조이며, 파일 라우팅 테이블은 원하는 파일에 대한 경로 정보를 유지한다. 이 방식은 네트워크 트래픽의 부하를 줄이며, 정확한 파일 검색으로 데이터 전송에 신뢰성을 향상시킨다.



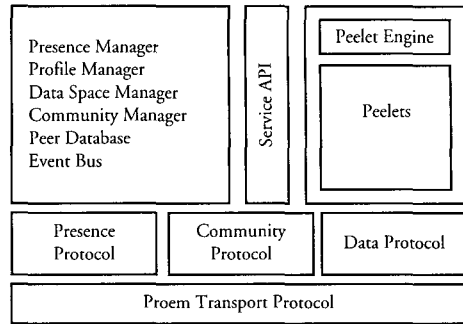
〈그림 4〉 ORION상에서 응답과정



〈그림 5〉 MPP 프로토콜 구조

MPP(Mobile Peer-to-Peer protocol)⁶⁾는 Ad-hoc 네트워크 상에서 P2P 네트워크 구축을 위해 새롭게 정의된 프로토콜이다. 응용 계층의 오버레이(Overlay) 네트워크에서 동작하는 P2P 응용을 위해 각 계층별로 새로운 프로토콜을 정의하였으며, Ad-hoc 네트워크와 P2P 네트워크를 혼합한 방식을 취하였다.

그림 5와 같이, MPP 프로토콜들은 응용계층에서 동작하는 MPP, 네트워크 계층에서 동작하



〈그림 6〉 PROEM 프로토콜 구조

는 EDSR(Enhanced Dynamic Source Routing) 그리고 이 두 프로토콜간의 통신을 위한 MPCP (Mobile Peer Control Protocol)로 구성된다. MPP는 Ad-hoc 네트워크 상에서, 노드의 이동성으로 인해 발생하는 링크 실패에 대한 빠른 제어가 가능하다. 하지만 특정 어플리케이션을 위해서 제안되어 범용으로 사용되기에는 한계가 있다.

PROEM⁷⁾ 역시 Ad-hoc 네트워크 상에서 P2P 응용을 위한 개발 플랫폼으로, 크게 PROEM Runtime System과 Peerlet Development Kit으로 두 개의 컴포넌트로 구성된다. PROEM은 각 계층별로 새로운 프로토콜을 정의한 MPP와 다르게, 오버레이 네트워크 상에서 각 피어들의 기능에 따라 프로토콜을 정의한다. Presence, Data, Community 프로토콜들이 오버레이 네트워크를 구성하는 P2P 응용의 기능에 따라 설계되었으며 응용 개발에 필요한 API나 Runtime Engine을 제공한다.

그림 6은 전체적인 PROEM의 구조를 나타낸 그림으로 Protocol Stack, Peerlet Engine, Service의 세 부분으로 구성된다. 예를 들어 PDK (Peerlet Development Kit)는 Naming, Communication, Data management, 이벤트 처리를 위한

자바 인터페이스와 클래스들의 집합으로 자바 런타임 환경을 요구한다.

FSR(Fisheye State Routing in Mobile Ad-hoc Networks) 등의 라우팅 알고리즘을 기존 P2P 알고리즘에 적용하여 피어의 검색 성능을 향상시키는 방법 등도 제안되고 있다.

MPP, PROEM 등은 Ad-hoc 상에서 P2P 응용 개발을 위해 새롭게 제안되거나 확장된 미들웨어이다. 이러한 미들웨어를 설계하는데 가장 중요한 문제는 Ad-hoc 네트워크가 제공하는 서비스 및 기능과 P2P 네트워크의 통합 문제이다. 두 네트워크를 통합하기 위해서, 미들웨어는 Ad-hoc 네트워크가 제공하는 아래의 특성들을 고려하여 P2P 네트워크를 구성해야 한다.

먼저, 통합되지 않은 상태에서의 Ad-hoc 네트워크는 P2P 응용이 필요한 서비스를 제공하는 것이 아니라, 노드에 대한 경로검색 기능만을 수행하게 된다. 따라서 미들웨어는 두 네트워크를 통합하여 노드에 대한 경로 검색 뿐만 아니라 서비스를 함께 제공하여, 불필요한 네트워크 트래픽이 발생하지 않도록 해야 한다.

또한, 파일 공유만을 위해 설계된 Gnurella와 달리 Ad-hoc 네트워크 상에서 채팅이나 파일 공유 등의 기능 외에도, 추가적으로 영상과 음성 등과 같은 데이터 전송이 가능하여, 다양한 영역에서 P2P 응용이 개발되도록 지원 해야 한다. 그리고 노드의 이동으로 인해 경로가 단절되더라도, P2P 응용에서 서비스 장애가 발생하지 않도록 해야 한다.

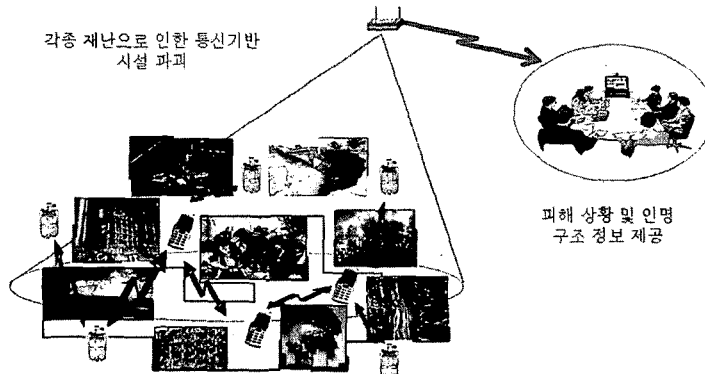
현재의 Ad-hoc 네트워크에서의 P2P 응용을 위한 미들웨어가 제공하는 기능이 한정되어 있지만, 앞으로 지속적인 연구를 바탕으로 확장된 기능과 안정된 구조를 가질 것이다.

3. Ad-hoc 상에서 P2P 응용을 위한 요구사항

Ad-hoc 네트워크는 기존의 고정된 유선망과는 달리 노드들이 자유롭게 이동하기 때문에 고정된 형태의 네트워크 상황을 기반으로 개발된 P2P 응용을 적용하기는 힘들다. 따라서 고정된 서버가 없이 노드들로만 구성되는 Ad-hoc 네트워크에서의 P2P 응용은 아래의 요구사항들을 만족해야 한다.

첫째, Ad-hoc 상에서 동작하는 P2P 응용 역시 분산된 환경이어야 한다. Ad-hoc 네트워크는 노드들의 높은 이동성으로 인해 네트워크가 동적으로 빠르게 변화하며, 필요에 의해서 네트워크가 구성될 수 있다. 이러한 환경에서 동작하는 P2P 응용 역시 피어들끼리의 동작만으로 네트워크를 유지하여야 한다.

둘째, Ad-hoc 네트워크를 구성하는 대부분의 노드들은 동작을 위해 전력 사용에 한계가 있는 배터리를 사용한다. 반면 기존의 유선상에서 동작하는 P2P 응용들은 전원 문제에 대해서는 고려할 필요가 없다. 유선상에서 동작하는 응용들의 경우, 빠른 검색을 수행한 후에, 그 응답을 사용자에게 빠르게 전달하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 좀더 많은 메시지를 전송하여 다른 노드들과 통신한다. 반면 무선으로 동작하는 노드의 경우에는, 에너지를 소비하는 부분들 중에서 메시지를 전송하기 위해 사용하는 무선랜과 같은 장비들이 전력의 상당 부분을 소비한다. 배터리의 한계를 고려해야 하는 Ad-hoc 상황에서는 P2P 응용의 성능 향상을 위해 전송하는 메시지의 수를 늘리기 보다 남은 전력량을 고려하여 메시지 전송이 이루어져야 한다. 즉, 한정된 전력을 사용하는 노드와 P2P 응용간의 효율을 고려



〈그림 7〉 재난 구조 서비스

하여 메시지를 전송 해야 한다.

셋째, 검색을 수행함에 있어 대부분의 노드들은 메시지를 네트워크 전체에 브로드캐스트하는 방법을 사용한다. 따라서 Ad-hoc 네트워크상의 P2P 응용들은 브로드캐스트 메시지의 수를 줄이는 문제에 대해서 고려해야 한다. 기존의 Ad-hoc 라우팅 프로토콜에서 경로 검색을 위한 질의 메시지를 브로드캐스트 할 때, 이 메시지들의 수를 줄이기 위한 연구가 많이 진행되었다. 대표적으로 클러스터를 구성하거나 트리를 구성하는 방법 등이 있다. 위의 방법들을 P2P 응용에 적용하여 Ad-hoc 네트워크에서 P2P 응용들 간에 질의 메시지의 수를 줄이는 노력이 필요하다. 이를 통해, 브로드캐스트 메시지를 전송할 때, 발생하는 에너지의 낭비를 줄이고, 전송에 필요한 무선 대역폭도 절약할 수 있다.

넷째, Ad-hoc 네트워크는 현재 보안과 관련하여, 네트워크에 참여하는 노드들 간의 신뢰성을 제공하지 못하고 있다. 이러한 보안 문제를 해결하기 위해 공개키 분배나 인증 프로토콜 등을 사용하는 여러 방안들을 제안하고 있지만, 다양한 상황에서 즉각적으로 대응할 수 있는 충분한 보

안 해결책을 제시하지는 못하고 있다. Ad-hoc 네트워크의 특징인 분산된 환경에서, P2P 응용을 위해 인증서버를 두는 것 역시 위험하다. 그 이유는 인증 서버가 악의적인 노드에 의해 공격을 당했을 경우, 네트워크를 구성하는 모든 노드에 대한 정보가 유출될 수 있다. 따라서 보안과 관련해서도 Ad-hoc 네트워크의 P2P 모델은 분산화(Decentralized)된 모델이어야 하며, 데이터 기밀성, 무결성 등의 네트워크 보안 서비스 역시 제공해야 한다.

III. Ad-hoc 네트워크에서 P2P 응용 개발 동향

모바일 Ad-hoc 네트워크가 다양한 영역에서 응용되기 위해서는 망 구성이 용이하고 안정되게 구성될 수 있도록 하는 기술들과 다양한 서비스 모델에 대한 연구가 이루어져야 한다.

Ad-hoc 네트워크는 초기에 네트워크 특성에 의해 군사적인 목적으로 활용되었으며, 현재까지 초기 응용 범위를 제외한 실생활에 적용하여 사용된 형태는 거의 찾아 볼 수 없다. 따라서 응

용범위의 확대를 위해서는 기존의 라우팅 프로토콜에 대한 연구뿐만 아니라 무선환경에서의 응용 기술에 대한 연구가 이루어져야 하며, 이러한 기반 위에서 Ad-hoc 네트워크는 다양한 환경에 적용되어 그 범위를 확대해 나갈 것이다. 다음은 Ad-hoc 네트워크에서 가능한 응용 서비스를 서비스 모델에 따라 분류한 것이다.

1. 군사적 목적 및 재난 구조 서비스

Ad-hoc 네트워크의 응용분야 초기에 가장 유용하게 사용된 것이 군사 부분이다. 군사적인 응용의 대표적인 프로젝트로 널리 알려진 미국 DARPA의 GLOMO 프로젝트는 이동성(Mobility)이 높은 군사적인 상황에서의 통신이 가능한 시스템 구축을 목적으로 한다. 이 프로젝트는 Ad-hoc 네트워크 구축을 위한 프로토콜, 모바일 노드의 저전력 문제 및 다른 네트워크와의 연동 문제 등에 관하여 연구 개발을 추진해오고 있다. 최근에 미국이나 캐나다, 영국 등은 넓은 범위의 전장에서 Ad-hoc 네트워크 기술을 활용하여 군 작전을 수행하고 있으며 이러한 군사적 응용의 대표적인 사례로 최근에 발생한 이라크 전쟁을 들 수 있다. 전쟁 당시, 미군은 전쟁이 발생한 이라크의 사막지역에서 군 작전차량간 Ad-hoc 장비를 이용한 네트워크 구축을 통해 작전 계획 및 임무를 수행하였다.

재해나 재난지역 역시 적합한 Ad-hoc 네트워크의 응용 모델이다. 재해나 재난지역에서 기반 시설이 파괴가 되면 정확한 상황에 대한 정보 수집의 어려움이 발생한다. 이러한 상황 발생은 결국 인명 구조 작업의 어려움으로 인해, 소중한 인명을 앗아가는 상황이 발생할 수 있다. 특히 최근의 지하철 붕괴나 911테러의 의한 세계 무

역 센터 빌딩의 붕괴 등의 사건은 예상치 못한 곳에서 순간적으로 발생하기 때문에 기반 통신 시설이 파괴되면 그 피해는 심각하다. 이러한 상황에서 별도의 네트워크를 구축해서 인명 구조를 위한 신속한 상황 파악 및 사태 수습을 위한 정보 수집을 한다는 것은 거의 불가능하다. 따라서 Ad-hoc 네트워크에 대한 필요성이 더욱 절실히 요구된다.

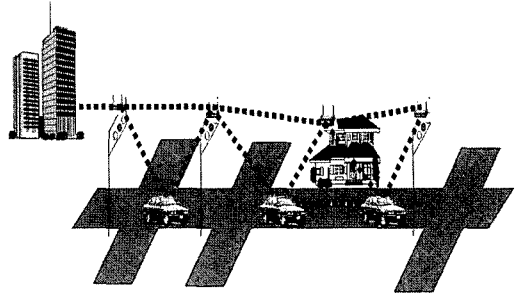
2. Group Communication

Ad-hoc 네트워크에서 일반적으로 가장 많이 사용되는 응용 형태는 개인간 또는 그룹간의 커뮤니케이션 형태이다. 이러한 형태에서는 메시저 기능과 파일 공유기능이 주로 사용될 것이다. 공원이나 유원지 및 대학 캠퍼스 등에서 자유롭게 구성된 Ad-hoc 네트워크를 통해 사용자들은 실시간으로 대화를 주고 받을 수 있으며, 플래쉬나 애니메이션 등의 동영상 파일 및 이미지 파일을 사용자들간에 공유하고 모바일 게임도 할 수 있다. 또한 캠퍼스 내에서 GPS(Global Positioning System) 수신기를 부착한 노드들은 건물 위치 등의 위치 기반 서비스 역시 제공이 가능하며, 놀이 공원의 서비스 제공자는 방문객들의 위치 정보를 이용해 미아 찾기 등의 서비스를 제공할 수 있다. 그리고 음식점들은 그날의 메뉴 및 특별 음식에 대한 정보 등의 서비스 제공도 가능하다. 이러한 형태의 응용은 현재 개발이 활발히 진행되고 있다.

또한 원격 교육, 세미나, 강연 등을 위한 회의장이나 전시관등에서도 참석자들 간에 노트북이나 PDA등을 비롯한 휴대단말기를 통해 정보 교환 및 커뮤니케이션이 가능할 것이다. 그리고 기업의 업무 회의 등에서 신속하고 정확한 의사



〈그림 8〉 Group Communication



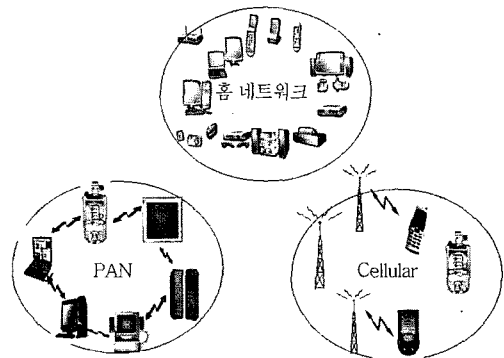
〈그림 9〉 자동차들로 구성된 Ad-hoc 네트워크

결정을 내리는 수단으로서 Ad-hoc 네트워크를 사용할 수 있다⁸⁾. 이러한 서비스 제공을 위해서, 기존에는 별도의 통신망 구축을 위한 인력과 비용이 사용되었다. 그러나 예기치 않은 장애 발생 시, 서비스 지연에 따른 추가적인 비용이 요구된다. 특정 그룹간의 통신에 있어 중앙의 통제가 필요 없기 때문에 네트워크 구성이 단순해진다.

그림 9는 이동하는 자동차 간에 Ad-hoc 네트워크를 구성하여 P2P 형태로 통신하는 그림이다. 이동하는 자동차들간에 이미지, 음성, 그리고 메시지 교환을 통해 운전자에게 도로의 병목 구간 등의 도로정보 등의 다양한 서비스를 제공하여 안전운행과 편의를 제공한다⁹⁾. 이와 관련하여 현재 국내대학을 비롯한 미국의 MIT 등 여러 대학들이 연구 및 개발을 위한 프로젝트를 활발히 진행하고 있다.

3. 기존 네트워크와 Ad-hoc 네트워크를 접목한 응용

최근에 가장 이슈화된 유비쿼터스 컴퓨팅은 'Computing access will be everywhere' 라는 슬로건을 내걸고, 정보 통신 분야에서 가장 각광 받



〈그림 10〉 기존 네트워크와의 연동

고 있다. 언제 어디서나 컴퓨터와 네트워크를 연결할 수 있는 유비쿼터스 네트워크는 통신 대상이 다양하며 통신 위치에 대한 제약을 받지 않는다. 따라서 유비쿼터스 네트워크에서는 P2P 형태의 통신을 이용한 Ad-hoc 네트워크에 대한 필요성이 더욱 증가할 것이다. 특히 Ad-hoc 네트워크의 자기조직화(Self-organizing)의 특성은 유비쿼터스 네트워크에서 말하는 원하는 순간에 언제든지 임시로 네트워크를 구성할 수 있기 때문에 노드들 간에 또는 장치들간에 정보교환이 가능하다.

이와 같이 Ad-hoc 네트워크는 더 이상 단일의 독립적인 네트워크나 한정된 범위에서의 기능을 수행하는 것이 아니라, 기존 네트워크와 연계하여 한층 더 그 응용 범위를 확대해 나갈 것이다. 특히 최근 개인통신망이나 가정, 사무실과 같은 무선 홈 네트워크 구성을 통해 생활의 편의를 위한 요구가 점차 증가하면서, 이를 지원하기 위한 기술로서 Ad-hoc 네트워크가 더욱 주목을 받고 있다.

4. 응용 서비스 관점에서의 시사점

Ad-hoc 네트워크를 다양한 분야에서 활용하기 위해서는 Ad-hoc 네트워크가 갖는 특성들을 고려하여 응용에 대한 설계가 이루어져야 한다. 예를 들어 Ad-hoc 네트워크는 무선랜을 사용하여 통신하기 때문에 무선 주파수 대역 문제나 저소비전력, 보안 등의 여러 가지 제약 사항을 갖게 된다. 따라서 Ad-hoc 네트워크의 응용 범위를 확대하기 위해서는 아래의 문제들에 대한 다양한 연구 개발이 선행되어야 한다.

첫째, 노드의 이동에 따른 토폴로지의 변화를 예측하기가 힘들다는 것이다. 임의의 방향과 속도로 이동하는 노드의 특징을 고려하지 않는 환경에서의, 응용 개발은 경로 단절로 인한 응용간에 통신 두절 문제가 발생하며, 따라서 안정적인 지 못한 데이터 전송으로 인해 서비스 품질(QoS) 저하 문제가 발생한다. 따라서 응용 개발에 앞서, 서비스가 활용될 환경에서의 노드 이동성을 충분히 고려해야 한다.

둘째, 무선랜 사용으로 인해 데이터 전송을 위한 대역폭과 전송 거리의 제약을 받는다. 특히 응용간에 많은 데이터 전송을 요구하거나, 전송 거리의 제약으로 인해 무선 인터페이스가 포괄

할 수 있는 범위를 넘어서는 노드의 이동이 빈번하게 일어난다면, 멀티 홉 통신이 어려워진다. 데이터의 고속 전송 및 넓은 지역에 대해서 Ad-hoc 네트워크를 이용할 경우 무선 자원에 대한 충분한 연구가 필요하다.

셋째, 일정한 범위 내에서 Ad-hoc 네트워크를 구축하여 상업적인 서비스를 제공할 경우, 일정 범위에 포함된 모든 노드들은 멀티 홉 방식에 의한 릴레이 기능을 통해 데이터를 전달하며, 실제 통신에 참가하지 않은 노드들 역시 다른 노드들의 서비스를 위해 전력을 소비하게 된다. 이러한 상황을 해결하기 위한 하나의 해결책으로 nuglet¹⁰⁾ 개념이 소개되기도 했으나 표준화를 통한 근본적인 해결책이 제시되어야 할 것이다.

마지막으로 보안과 관련해서, 무선랜을 사용하는 무선 네트워크는 고정 네트워크에 비해서 취약한 보안 문제를 갖고 있다. 또한 Ad-hoc 네트워크는 노드의 이동성으로 인해, 보안에서 심각한 문제를 가지고 있다. 현재까지 제안된 Ad-hoc 네트워크에서의 프로토콜들은 보안과 관련해서 충분히 해결책을 제시하지 못하고 있으며, 이러한 상황에서 Ad-hoc 네트워크 기반 위에서 실행되는 응용 역시 보안 문제에 한계를 갖게 된다.

IV. 결론 및 향후 전망

Ad-hoc 네트워크는 초기 기반 네트워크가 파괴되거나 시설이 불가능한 지역에서 정보 수집과 통신 수단으로 활용되었다. 그러나 오늘날 Ad-hoc 네트워크는 앞서 기술한 여러 P2P 모델을 기반으로 하여, 다양한 영역에서 활용될 수 있다. 대학 캠퍼스나 공원, 사무실 및 회의장에서 단순한 메시지 전송 및 자료 공유 외에도, 멀

티 미디어 트래픽을 이용한 화상 회의나 사람이 접근이 힘든 오염지역 및 산업 시설 지역 등에서 독자적인 네트워크로서 또는 기존 네트워크와 연동하여 응용될 것이다.

본 고에서는 Ad-hoc 네트워크에서의 P2P 구조와 응용에 관해서 살펴보았다. 먼저 Ad-hoc 네트워크에서의 P2P 네트워크의 구조에 대해 기술하였다. Ad-hoc 네트워크 환경에서의 적합한 P2P 모델에 관한 연구로 기존 P2P 모델인 Gnutella, DHT, Chord 등을 Ad-hoc에 적용하거나, P2P 응용 개발을 위해 응용 될 수 있는 ORION 알고리즘이나 MPP와 PROEM 같은 플랫폼 개발 역시 이루어지고 있다. 이러한 연구들은 앞서 지적했듯이, Ad-hoc 네트워크와 P2P 네트워크, 두 네트워크의 공통점을 이용한 효율적인 데이터 전송을 목적으로 한다.

다음으로 살펴본 것과 같이, Ad-hoc 네트워크는 그 특성을 고려하여 다양한 환경에서 적용이 가능하다. Ad-hoc 네트워크로만 구성되는 범위를 넘어서 센서 네트워크나 홈 네트워크 등의 기존 네트워크와 연계하여, 그 응용 범위의 확대 역시 가능하다. 그러나 이와 같이 다양한 영역에서 Ad-hoc 네트워크 서비스의 실현은, 안정된 이동 네트워크 기술 위에서 가능하다. 여기에는 하위 계층의 전파 간섭 및 전력 제어 문제에서부터 링크 계층의 다중 접속, 네트워크 계층의 라우팅, 전송 계층의 연결 설정 및 유지, 그리고 보안 및 상위 계층 응용에 이르는 기술이 필요하다. 또한 기존의 인터넷이나 이동 통신망과의 연동을 위한 모바일 IP 문제나 망 관리에 따른 기술적인 문제 및 멀티미디어 트래픽을 지원하기 위한 서비스 품질(QoS) 지원 등도 계속 해서 해결해야 하는 과제들이다.

이러한 기반 기술의 연구들을 통해, 앞으로는

Ad-hoc네트워크로 생성되는 그룹에서의 자유로운 통신 및 자원 공유를 통한 다양한 서비스 개발이 이루어지며, 그리고 앞서 지적한 모델들을 통해 그룹 통신 기반의 새로운 응용들역시 개발 될 것으로 기대된다.

=====참고문헌=====

- [1] <http://www.ietf.org/html/charters/manet-charter.html>
- [2] Leonardo Barbosa e Oliveira, Isabela Guimaraes Siquenira, and Antonio Alfredo Ferreira Loureiro, "Evaluation of Ad-hoc routing protocols under a peer-to-peer application," IEEE WCNC 2003, March 2003
- [3] Gang Ding and Bharat Bhargava: "Peer-to-Peer File-Sharing over Mobile Ad-hoc Networks", International Workshop on Mobile Peer to Peer Computing 2004 (IWMP2P'04)
- [4] I.Stoica, R.Morris, D.Liben-Nowell, D.R.Karger, M.F.Kaasho, F.Dabek and H.Balakrishnan, "Chord: A Scalable Peer-to-Peer Lookup Protocol for Internet Application", IEEE/ACM Transactions on Networking, Feb 2003
- [5] Alexander Klemm, Christoph Lindemann, and Oliver P. Waldhorst, "A Special-Purpose Peer-to-Peer File Sharing System for Mobile Ad-hoc Networks", IEEE VTC2003 Fall, October 2003
- [6] Rudiger Schollmeier, Ingo Gruber, and Florian Niethammer, "Protocol for Peer-to-Peer Networking in Mobile Environments", IEEE ICCCN 2003, October, 2003
- [7] Gerd Kortuem and Jay Schneider, "An Application Platform for Mobile Ad-hoc Networks", UBIComp 2001, September-October, 2001
- [8] DiMicco, J. "Mobile Ad-hoc Voting," Workshop on Mobile Ad-hoc Collaboration April, 2002
- [9] R. Morris, J. Jannotti, F. Kaashoek, J. Li, D. Decouto,

“CarNet: A Scalable Ad-hoc Wireless Network System”, The 9th ACM SIGOPS European Workshop: Beyond the PC, New Challenges for the Operating System, September 2000

[10] L. Buttyan and J.-P. Hubaux, “Stimulating Cooperation in Self-Organizing Mobile Ad-hoc Networks”, ACM/Kluwer Mobile Networks and Applications, October 2003

저자소개



송 점 기

2004년 동서대학교 컴퓨터공학과(학사)
 2004년-현재 경북대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 주관심분야 Mobile Ad-hoc Network, P2P, MANET에서의 자동네트워킹 기술



정 흥 중

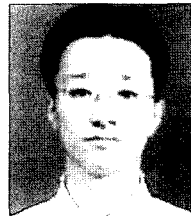
2004년 경북대학교 컴퓨터공학과(학사)
 2004년-현재 경북대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 주관심분야 Mobile Ad-hoc Network, P2P, 센서 네트워크

저자소개



김 동 균

1994년 경북대학교 컴퓨터공학과(학사)
 1996년 서울대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 2001년 서울대학교 전기·컴퓨터공학부(공학박사)
 1999년 미국 Georgia Institute of Technology, 방문 연구원
 2002년 미국 University of California at Santa Cruz, Post-Doc, 연구원
 2003년-현재 경북대학교 컴퓨터공학과 전임강사
 주관심분야 이동인터넷, 초고속 인터넷, Mobile Ad-hoc Network, 무선 LAN



김 병 엽

1996년 홍익대학교 컴퓨터공학과 (학사)
 2002년 홍익대학교 전자계산학과 (석사)
 1996년-1999년 (주)유니텍, 병역특례 연구원
 2002년-2002년 삼성탈레스, 선임연구원
 2002년-현재 한국전자통신연구원(ETRI), 연구원
 주관심분야 IPv6, Network Mobility, Network Processor