

U-City구현을 위한 효율적이고 신뢰성 있는 무선 애드혹 네트워크 시스템 구축 방안

김태환* 성우경* 정준호* 현도원** 장주욱***

◆ 목 차 ◆

- | | |
|------------------------|-----------------|
| 1. 서론 | 4. 해결 방안과 추후 과제 |
| 2. 애드혹과 U-City 구현 시나리오 | 5. 결론 |
| 3. 테스트베드 구축과 문제점 | |

1. 서론

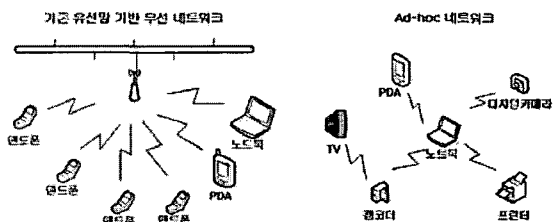
무선 통신 기술과 센서 네트워크 기술 등의 발달로 인해 ‘유비쿼터스(Ubiquitous)’ 라는 단어가 통신 분야의 가장 큰 화두가 되었다. 이와 같은 추세에 발 맞추어 많은 곳에서 유비쿼터스에 관련된 연구를 진행하고 있으며, 그 주제와 활용 분야 또한 매우 다양하다. 특히, U-City의 구현에 큰 관심이 집중되고 있는데, 이 때 간과할 수 없는 기술이 바로 무선 애드혹 네트워크라고 할 수 있다. 사용자 간의 통신과 센서와 센서, 센서와 서버 간의 통신에 필수적으로 사용되는 것이 애드혹 네트워크이기 때문이다.

애드혹 네트워크는 기존 AP를 통한 무선 네트워크와는 달리 다른 인프라 없이 노드 간 통신이 가능한 네트워크를 말한다. 기지국 중심인 기존 무선 네트워크는 그 확장이 힘들고 인프라 설치비용이 많이 드는데 비해, 애드혹 네트워크는 무선 이동 단말 중심이기 때문에 네트워크의 확장이 용이하고 투자비용이 필요 없다는 면에서 그 효율성과 가능성이 매우 크다고 할 수 있다. 또한 U-City의 구축에 있어서 고려하지 않을 수 없는 재난 상황 등의 비상시에는 미리 구축되어 있는 인프라가 동작하지 않을 가능성도 배제할 수 없기 때문이다. 이러한 장점들 때문에 애드혹 네트워

크는 차세대 통신에서 없어서는 안될 프로토콜이라고 할 수 있다.

그러나 U-City와 같은 안정성이 필요한 곳에 애드혹 네트워크를 사용하기 위해서는 그 신뢰성의 보장이 매우 중요하다. 특히 앞서 예로 든 비상 재난 상황에서 안정적이고 신뢰성 있는 네트워크의 구축은 필수적이라고 하겠다. 이 때 말하는 신뢰성이란, 데이터가 유실 되었을 때, 이 유실을 디텍트하고 재전송하는 기법에 관련된 것이다. 현재 통용되는 802.11 WLAN (Wireless LAN) 표준에도 이에 관한 방법이 있고, 다른 무선 네트워크에서 신뢰성을 향상 시킬 수 있는 방법과 관련된 연구도 다수 진행되고 있다. 또한, 신뢰성 향상을 위한 방법은 모든 Layer에 걸쳐 그 연구가 진행되고 있는데, 그 중에서도 특히 MAC Layer에서의 신뢰성 향상 방법에 초점을 맞추어, 현재 연구되고 있는 몇 가지 방법의 예와 문제점 등을 살펴보고자 한다.

Ad-hoc 네트워크의 개념



(그림 1) 기존 네트워크와 애드혹 네트워크의 비교

* 서강대학교 대학원 석사과정
 ** 서강대학교 대학원 박사과정
 *** 서강대학교 전자공학과 교수

본 논문에서는 애드혹 네트워크의 개념을 간단히 살펴보고, 애드혹 네트워크의 성능을 분석할 수 있는 테스트베드의 구축 방법과 현재 구현에 있어서 갖고 있는 문제점과 한계에 대해 알아본다. 또한, 이 문제에 대한 해결 방안을 제시하고 신뢰성을 향상시키기 위한 몇 가지 방법을 분석함으로써 앞으로의 연구 과제에 대한 방안을 제시한다.

운영체제		Windows XP Professional Edition
Ad-hoc Routing Protocol	AODV	표준에 따른 애드혹 네트워크를 가능하게 하도록 구성
	OLSR	
802.11b/g		TCP/UDP-IP
노트북		무선 LAN 카드를 이용 노트북을 무선 단말로 사용

(그림 2) 테스트베드 구성도

2. 애드혹과 U-City 구현 시나리오

애드혹(Ad-hoc)이란 사전적으로 “임시적인, 임시변통의”라는 의미를 지닌다. 그러므로 애드혹 네트워크는 임시적으로 형성되는 무선 네트워크를 뜻한다고 할 수 있다. 즉, 기지국이나 AP와 같은 인프라가 필요한 것이 기존의 무선 네트워크인 반면, 별 다른 인프라의 도움 없이 단말끼리 임시 네트워크를 형성하여 통신을 가능하도록 하는 것이 애드혹 네트워크라고 할 수 있다. 애드혹 네트워크는 각 단말이 경로의 정보가 담긴 테이블을 업데이트하는 기준, 즉 주기적인 업데이트인지 그렇지 않은지에 따라 Table Driven (Proactive) 방식과 On-Demand 방식 (Reactive), 또 이 두 가지 방식을 결합시킨 Hybrid 방식 등으로 분류된다. Proactive 방식과 Reactive 방식에서 주로 연구되고 있는 대표적인 프로토콜로는 OLSR(Table Driven 방식, Optimized Link State Routing)과 AODV(On-Demand 방식, Ad-hoc On-Demand Vector), ZRP(Hybrid 방식, Zone Routing Protocol) 등이 있다.

유비쿼터스 도시의 구현을 위해서는 이와 같은 애드혹 네트워크를 안정적이고 효율적으로 구축하는 것이 필수적이다. 그 필요성의 제시를 위해서 애드혹 네트워크가 사용될 수 있는 몇 가지 시나리오를 생각해 볼 수 있다.

우선, 애드혹 네트워크는 기반 인프라의 도움 없이 형성되는 네트워크이기 때문에 인프라가 동작하지 않는 비상 상황에서의 사용이 가능하다. 여기서 비상 상황이라고 함은 많은 경우를 포함한다. 예를 들면, 지하철 등의 지하 구조물에서의 재난 상황이나 자연 재해로 인한 인프라의 고장 등을 생각할 수 있다. 이러한 재난 상황에서 사용자로 하여금 안전하게 대피할

수 있게 하거나 인프라의 역할을 대신 수행하기 위해서는 무엇보다 안정적인 애드혹 네트워크의 구축이 필요하다고 할 수 있다.

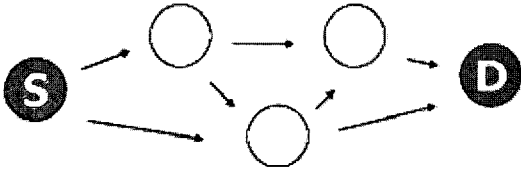
또한 애드혹 네트워크의 자체적인 네트워크 형성 능력은 센서 네트워크에의 활용을 가능하게 해준다. U-City의 구현에 있어서 센서의 역할은 절대적이다. 대기나 수질의 상태, 고열, 화재, 유독 가스의 유무 등을 알 수 있는 수단으로서 센서가 사용되기 때문이다. 이처럼 중요한 역할을 하는 센서들 간의 네트워크나 센서와 서버와의 통신에서 사용되는 것이 애드혹 네트워크이다. 그렇기 때문에 네트워크의 신뢰성 확보가 필수적인 것이다.

그 밖에도 인프라를 통한 네트워크가 필요하지 않은, 사용자 간의 단순 통신에도 애드혹 네트워크의 사용이 가능하다. 텍스트, 음성, 화상 등 기본적인 사용자간의 통신은 기반 망을 통하지 않고도 애드혹만으로 가능하기 때문에 U-City 구현에 큰 역할을 할 수 있다.

3. 테스트베드 구축과 문제점

3.1. 애드혹 테스트베드

애드혹 네트워크의 성능을 평가하고 그 과정에서 나타나는 문제점을 알아내어 더 효율적인 네트워크를 구축하기 위해서는 우선 애드혹 네트워크의 테스트베드 구축이 선행되어야 한다. 기본적인 테스트베드를 구축하고 알맞은 성능 평가 과정을 거침으로써 문제점을 도출해내고 그 문제점의 해결을 위한 과제를 제시함으로써 U-City에 보다 적합한 네트워크를 구축



(그림 3) 모의테스트 시나리오 개념도

해야 한다.

(그림 2)는 이와 같은 성능 평가를 위한, 프로토콜 스택을 바탕으로 한 애드혹 네트워크 테스트베드의 설계도이다. 우선, 단말로는 펜티엄4 급의 노트북을 사용한다. 각 노트북에는 통신을 위해 802.11b/g를 지원하는 무선 랜카드가 장착되어있다. 이를 바탕으로 TCP와 UDP를 이용하여 노드 간 패킷을 전송함으로써 그 성능을 평가하는데, 이 때 노드끼리는 AODV와 OLSR 각각의 애드혹 네트워크 프로그램을 사용하여 무선 네트워크를 형성한다. 각 프로그램은 표준에 의해 제작되었기 때문에 해당 방식대로 라우팅을 수행할 수 있다. AODV, OLSR 프로그램과 패킷 전송에 사용되는 프로그램은 기본적으로 Windows XP에서 제작되었다.

이와 같이 설계된 테스트베드는 (그림 3)과 같은 시나리오에서 사용된다. 다섯 개의 노드를 임의로 배치하여 중간 위치한 노드들을 통해 Source노드와 Destination 노드가 통신을 하게 되는 형식이다. 이 때, 애드혹 라우팅은 AODV와 OLSR을 사용하며, 각각의 경우 TCP와 UDP 환경에서 모두 전송을 수행한다. 표 1은 테스트베드 구축과 간단한 실험의 결과 나타난 효율성의 순위를 애드혹 프로토콜과 TCP/UDP에 따라 나타낸 것이다. 이를 바탕으로 현재의 테스트베드에서 나타나는 문제와 이 모의 실험에서의 문제를 짚어보고 그 해결 방안을 찾으려고 한다.

(표 1) 모의테스트 결과 요약표

	AODV		OLSR	
	TCP	UDP	TCP	UDP
평균전송율로 본 효율성 순위	4	3	2	1
평균 지연시간으로 본 효율성 순위	4	2	3	1

3.2. 문제점

현재 구현한 테스트베드는 그 효율성 면에 있어서 텍스트, 음성, 화상 등의 데이터 전송이 가능할 만큼의 어느 정도 성능을 내지만, 몇 가지 풀어야 할 문제점을 안고 있다.

먼저, 애드혹 라우팅 프로토콜 프로그램에 관한 것이다. AODV와 OLSR을 구현할 수 있도록 짜여진 프로그램들은 표준에 맞게 구현된 것이라고 하더라도 자기 다른 개발자에 의해 구현된 것이다. 그렇기 때문에 세부적인 설정이나 동작이 조금씩 다를 수 있다. 또한, AODV 혹은 OLSR보다 더 효율적이라고 할지라도 구현되지 않은 프로토콜이 있기 때문에, 본 모의 실험을 통한 성능의 효율성이 더 향상할 가능성이 보인다.

또, 다른 문제점으로는 짧은 무선 랜카드의 전파 범위를 들 수 있다. 노트북에 장착한 802.11b/g 무선 랜카드의 전파 범위는 집 안에서 무선 AP를 찾을 정도의 거리만 지원하기 때문에 비교적 짧다. 그렇지만 각 이웃 노드를 이용해야 하는 애드혹 네트워크의 특성상 짧은 전파 범위는 역시 장애물이 될 수밖에 없다. 이러한 전파 범위가 극복 되어야 조금 더 안정적이고 효율적인 애드혹 네트워크가 가능할 것이다.

하지만 무엇보다 큰 문제가 될 수 있는 것은 신뢰성 문제이다. 앞서 제시한 (표 1)에서 보듯이, 패킷이 유실되었을 때 재전송을 수행하는 TCP 보다는 UDP가 조금 더 향상된 성능을 보인다. 물론 UDP의 경우 TCP에 비해 신뢰성이 떨어지지만, TCP가 더 낮은 효율을 보인다는 것은 그만큼 재전송으로 인한 성능 저하가 일어났다고 볼 수 있다. 그렇기 때문에 신뢰성있고 효율적인 애드혹 네트워크의 구축을 위해서는 MAC Layer에서의 신뢰성 향상 기법에 관한 연구가 필요하다고 할 수 있다. 또한 앞으로는 애드혹 네트워크에서의 멀티캐스트도 일반화될 것이라 예상된다. 그렇기 때문에 현재 유니캐스트만 가능한 MAC Layer에서의 재전송 방식에 대한 연구도 좀 더 폭넓게 진행되어야 할 것이다.

4. 해결 방안과 추후 과제

4.1. 효율성 향상 방법 연구

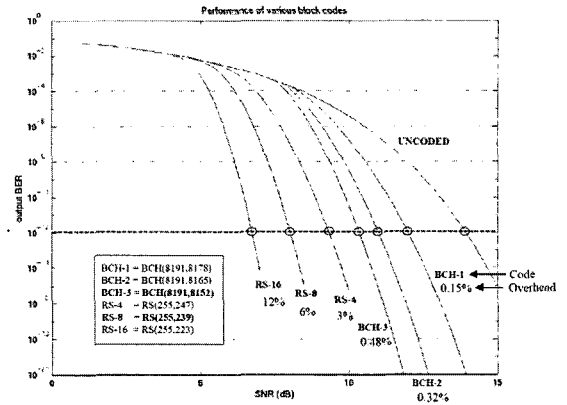
앞서 제기한 문제점들은 전체적으로 애드혹 네트워크의 효율을 떨어뜨린다. 특히 AODV와 OLSR의 프로그램으로 인한 문제점과 무선 랜카드의 전파 범위의 한계가 그렇다. 이를 해결하기 위해서는 무선 애드혹 프로토콜의 분류인 Proactive와 Reactive, 또 Hybrid 방식 각각에 대한 효율적인 대표적 알고리즘의 연구가 알고리즘에 대한 연구가 선행되어야 한다. 이를 바탕으로 하여 각 방식에 따른 애드혹 프로토콜의 수행이 가능한 통합적인 프로그램이 개발된다면 더욱 믿을 수 있는, 효율적인 애드혹 네트워크 테스트베드의 구축이 가능할 것이라 전망된다.

그리고 짧은 무선 랜카드의 전파 범위로 인해서 발생하는 효율성의 문제는 랜카드용 안테나와 애드혹 네트워크에 참여하는 노드 수를 증가시킴으로써 그 성능 향상의 가능성을 알아보는 것이 바람직하다. 현재 그 휴대성이나 효율성 측면에서 무선 랜카드용 안테나는 그 성능에 확신을 주기는 어렵다. 더욱 휴대가 간편하고 전파의 확장이 확실한 장비가 등장한다면 어느 정도 전파 범위의 한계는 극복될 것이라고 전망된다. 또한, 애드혹 네트워크에 참여하는 노드의 수를 증가시켜 테스트베드에 대한 실험을 수행함으로써 전파 범위와 관련된 문제와 함께 노드 수의 증가에도 불구하고 애드혹이 안정적으로 작동하는지에 대한 문제도 해결할 수 있는 방안을 찾을 수 있을 것이다.

4.2. 신뢰성 향상 기법 연구

애드혹 네트워크에 있어서 신뢰성은 매우 중요한 요소이다. 특히, 재난 상황과 같은비상시에 애드혹 네트워크가 제 역할을 수행하기 위해서는 신뢰성의 보장이 절대적이라고 할 수 있다. 때문에 MAC Layer에서의 멀티캐스트가 가능한 신뢰성의 향상은 매우 중요한 연구 분야라고 할 수 있다.

무선 네트워크에서 대부분의 MAC 프로토콜은 신뢰성 있는 멀티캐스트 서비스를 지원하지 않는다. 예

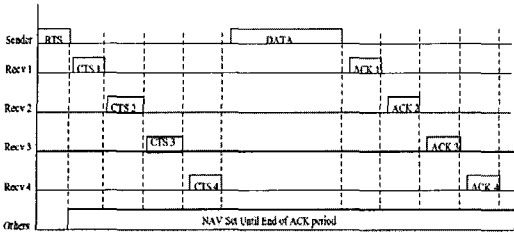


(그림 4) 오류 정정 코드의 오버헤드와 정정 능력의 tradeoff

를 들어, 현재 널리 사용 중인 무선 MAC 프로토콜인 IEEE 802.11은 RTS/CTS/ DATA/ACK 방식을 이용하여, 단지 유니캐스트의 신뢰성만을 지원한다. 멀티캐스트나 브로드캐스트 시에는 어떠한 복구 메커니즘도 없이 단순히 데이터 프레임을 한 번 전송한다. 아래 제시할 두 가지 관점에 의해, 현재 MAC Layer에서의 멀티캐스트 신뢰성 향상 기법이 위와 같은 문제 해결 방안으로 많은 관심을 받고 있다.

첫째는, Network Layer에서의 멀티캐스트 기법이 애드혹 네트워크에 적절하지 못하다는 점이다. 지금까지 많은 Network Layer에서의 멀티캐스트 기법이 제안되어 왔지만, 이들은 무선 애드혹 네트워크에서 효율적으로 신뢰성을 제공하지 못한다. 트리 기반 멀티캐스트 프로토콜은 멀티캐스트 트리의 중간 노드가 멀티캐스트 패킷을 받지 못할 경우, 그 아래의 모든 노드들이 패킷을 받지 못하는 문제가 발생한다. 이 문제는 노드의 이동성이 심한 애드혹 모드에서 커다란 문제가 될 수 있다. 이에 반해, 메쉬 기반 멀티캐스트 프로토콜은 메쉬 구조를 이용하여 몇몇의 upstream 노드로부터 패킷을 전달함으로써, 트리 기반 프로토콜의 문제인 멀티캐스트 패킷의 단방향 전송 문제를 해결한다. 하지만 이 구조는 필요 없을지도 모르는 패킷을 전송함으로써 생기는 비효율성 및 중복 데이터를 구분해야 하는 오버헤드 문제를 갖는다.

둘째는, 프로토콜 스택의 기능성 관점에서 MAC Layer가 무선 애드혹 네트워크를 위한 신뢰성 제공에

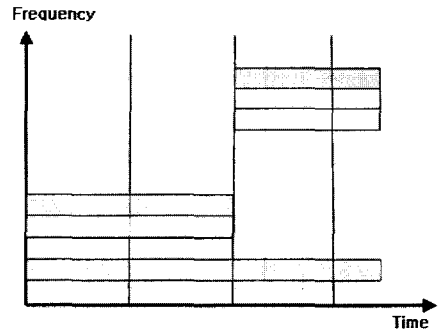


(그림 5) 수신 노드의 수에 따른 ACK 신호 오버헤드

더 적절하다는 점이다. 신뢰성이 end-to-end 레벨에서 지원되는 유선 네트워크와는 달리, 링크에서 에러 발생 가능성이 있는 무선 네트워크는 각 hop에서 지역적인 에러 복구가 수행되는 것이 더 효율적이다. MAC Layer에서 지역적인 에러 복구는 무선 네트워크 유니캐스트의 전체 성능을 크게 향상시킨다. 멀티캐스트에서도 MAC Layer의 신뢰성이 제공된다면 유니캐스트와 같은 효과를 얻을 수 있을 것이다.

멀티캐스트의 신뢰성 보장을 위한 구현에 크게 두 가지 방식이 사용된다. FEC(Forward Error Correction)와 ARQ(Automatic Repeat reQuest)가 그것이다. FEC 방식은 추가적인 데이터를 함께 보냄으로써 에러를 복구하는 방식이다. 따라서 수신 노드로부터의 피드백이 필요 없다. 이 방식은 많은 수의 수신자를 지원할 수 있다는 장점이 있지만, 추가적인 데이터의 인코딩/디코딩 오버헤드가 발생하며, 송신 노드가 전송의 신뢰성을 확신할 수 없다는 단점이 있다. ARQ 방식은 에러 복구를 위해 재전송을 하는 방식으로 수신 노드로부터의 피드백이 필요하다. ARQ 방식의 장점은 데이터 전송의 신뢰성을 확실히 보장할 수 있다는 것이지만, 많은 수의 수신 노드를 지원하게 될 경우 피드백으로 인한 오버헤드가 상당히 커진다는 단점이 있다.

위 두 방식을 혼합하여 더 큰 전송 효율 및 신뢰성 향상을 얻기 위한 연구도 행해지고 있다. FEC 방식의 가장 큰 문제는 에러 정정 코드로 인한 오버헤드라고 할 수 있다. 에러가 발생할 가능성이 있는 링크를 이용하여 데이터를 전송하는 무선 애드혹 네트워크에서 에러 정정 코드는 필요악이 될 수 있다. 전송 중 패킷에 에러가 발생한다면 정정 코드를 통해 이를 복구함으로써 재전송으로 인한 오버헤드를 감소시킬 수 있지만, 에러가 발생하지 않는다면 이 정정코드 자체가



(그림 6) 주파수 천이 시 동기화 문제

대역폭의 낭비가 된다. 따라서 현 무선 링크의 상태를 정확히 파악하여 적절한 크기의 정정코드를 정해주거나, 링크 상황에 적응적인 정정 코드를 사용할 필요가 있다.

또한 ARQ 방식의 단점으로 지적되는 피드백으로 인한 오버헤드는 많은 수신 노드로부터의 ACK 신호가 상당한 대역폭을 차지하게 된다는 것이다. 수신 노드로부터의 ACK 신호를 통해 송신자는 완전한 전송 신뢰성을 얻게 되지만, 그로 인한 오버헤드로 인해 전체 전송 효율이 매우 떨어질 수 있다. 이 ACK 신호를 적절하게 분배하는 방식이나 동시에 ACK 신호를 보내더라도 문제가 발생하지 않도록 하는 등의 알고리즘 개발로 이를 극복해야 한다.

이 외에도 데이터 전송의 신뢰성을 위해 주파수 대역을 변경하는 방식도 제안되고 있다. 현재 사용 중인 주파수 대역에 문제가 발생하여 무선 상황이 급격히 나빠졌을 경우, 다른 주파수 대역으로 옮겨감으로써 향상된 전송 효율을 얻을 수 있는 것이다. 이러한 주파수 천이 기법에 관한 연구도 필요하며, 이 때 발생할 수 있는 노드 간 주파수 천이 동기화 문제도 동시에 해결해야 한다. 다수의 노드가 같은 주파수 대역에서 통신하는 애드혹 네트워크에서 주파수 천이를 할 경우, 모든 노드가 동시에 주파수 천이를 해야 어느 한 노드도 데이터 전송에 문제를 받지 않을 것이다.

무선 애드혹 네트워크에서의 전송 신뢰성 향상에 있어서, 위 언급한 세 가지 문제의 해결은 커다란 도움이 될 것이라 예상된다.

5. 결론

본 논문에서는 U-City의 구현을 위해 필수적이라 할 수 있는 애드혹 네트워크에 대해 알아보고 그 효율성과 신뢰성의 향상에 영향을 줄 문제점을 분석함으로써 그 해결을 위한 가능성을 살펴보았다. 애드혹 네트워크는 다른 인프라를 구축하지 않더라도 무선 통신이 가능한 단말끼리 임시로 네트워크를 이루어 통신을 할 수 있기 때문에 기존 기반 통신망을 필요로 하는 네트워크에 비해 경제성이나 확장성에서 앞서며, 무엇보다 U-City에 적합하도록 재난 상황 등의 비상 시에 유연한 대처가 가능하다는 강점이 있다. 또한 센서 네트워크에도 애드혹 네트워크는 필수적이기 때문에 U-City 구현에 없어서는 안될 존재라고 할 수 있다.

그렇기 때문에 그 안정성이나 효율성, 또한 신뢰성도 반드시 동반되어야 한다. 특히, 신뢰성은 어느 정도의 수준 이상을 유지해야 한다. 신뢰성이 높을수록 효율성도 커지고 더 안정적인 애드혹 네트워크가 가능해지기 때문이다. 또한 앞서 예로 든 극단적인 재난 상황에서의 신뢰성은 절대적이다. 현재 IEEE 802.11 WLAN 표준에서 MAC Layer에서 FCS를 사용한 데이터 유실의 디렉팅과 DCF에서 지원하는 재전송 기법 등으로 그 신뢰성을 보장하고 있다. 그렇지만 이는 유니캐스트에 불과하다는 단점이 있고, 많은 취약점을 가지고 있다. 앞으로 멀티미디어 데이터 등의 고급 데이터의 무선 통신을 통한 전송에는 멀티캐스트가 필요할 것이다. 그러므로 애드혹 네트워크의 신뢰성 보장도 멀티캐스트를 고려해서 그 방법이 간구되어야 한다. 이러한 이유로 현재 여러 단체에서 무선 통신에서 MAC Layer가 통신의 신뢰성을 보장할 수 있는 방법에 관한 연구를 진행하고 있다. 이 연구들은 수신한 데이터에 대한 ACK의 관점, 잘못된 데이터의 복구를 위한 오류 정정 코드의 관점, 또 채널(주파수)의 관점 등 여러 관점에서 다양하게 진행 중이다. 앞으로 이러한 신뢰성 보장을 위한 연구를 진행하여 무선 애드혹 네트워크에서 높은 수준의 신뢰성을 보장하는 것이 가능하다면 안전하고 효율적인 U-City의 구현에 결정적인 역할을 할 것이다.

참고 문헌

- [1] PERKINS, C. E. AND ROYER, E. M., 1999, Ad-hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing. In *wmcasa 2nd IEEE Workshop on Mobile Computer Systems and Applications*, 90.
- [2] LAOUTI, A., MUHLETHALER, P., CLAUSEN, T. AND JACQUET, P., 1999, Optimized Link State Routing Protocol. In *IEEE INMIC, Pakistan*.
- [3] AODV for Windows, Available from : <http://moment.cs.ucsb.edu/AODV/aodv-windows.html>
- [4] olsr - 0.4.9, Available from : <http://seattlewireless.net/OlsrExperiments>
- [5] OTT, J. AND KUTSCHER, D., 2004, Drive-thru Internet: IEEE 802.11b for "Automobile" Users. In *IEEE INFOCOMM 2004*.
- [6] OTT, J. AND KUTSCHER, D., 2004, The "Drive-thru" Architecture: WLAN-based Internet Access on the Road. In *IEEE VTC 2004*.
- [7] BAI, F., SADAGOPAN, N. AND HELMY, A., 2003, IMPORTANT: A frame work to systematically analyze the Impact of Mobility on Performance Routing protocols for Adhoc NeTworks. In *IEEE INFOCOMM 2003*.
- [8] Atheros Communication's White paper on 802.11a Range and System Capacity. Measured Performance of 5-GHz 802.11a wireless LAN System.
- [9] SINGH, J. P., BAMBOS, N., SRINIVASAN, B. AND CLAWIN, D., 2002, Wireless LAN Performance Under Varied Stress Conditions in Vehicular Traffic Scenarios. In *IEEE VTC 2002*.
- [10] Atheros Communication's White paper, 802.11 Wireless LAN Performance. 2003.
- [11] JOHNSON, D. B., MALTZ, D. A. AND BROCH, J., 2001, DSR: The dynamic source routing protocol for multi-hop wireless ad-hoc networks. The Book, PERKINS, C., ed. Addison-Wesley, 139-172.
- [12] 무선 랜 기술 개요 : <http://blog.naver.com/ree31206?Redirect=Log&logNo=28146015>

◎ 저 자 소개 ◎



김 태 환

2006.2: 서강대학교 전자공학과 석사
2006.3 ~ 현재: 서강대학교 대학원 전자공학과 석사과정
관심분야: Ad-hoc, 홈네트워크, CAR network, Sensor Network,
E-mail: taefan@eeca1.sogang.ac.kr



성 우 경

2006.2: 서강대학교 전자공학과 석사
2006.3 ~ 현재: 서강대학교 대학원 전자공학과 석사과정
관심분야: CAR network, Sensor Network, E-mail: babonora@eeca1.sogang.ac.kr



정 준 호

2006.2: 서강대학교 전자공학과 석사
2006.3 ~ 현재: 서강대학교 대학원 전자공학과 석사과정
관심분야: CAR network, Sensor Network, Ad-hoc Network
E-mail: mywingcat@eeca1.sogang.ac.kr



현 도 원

2003.2: 서강대학교 전자공학과 학사
2005.2: 서강대학교 대학원 전자공학과 석사
2005.3 ~ 현재: 서강대학교 대학원 전자공학과 박사과정
관심분야: Ad-hoc, 홈네트워크, CAR network, Sensor Network
E-mail: snatcher@eeca1.sogang.ac.kr



장 주 욱

1983.2: 서울대학교 전자공학과 학사
1985.2: 한국 과학기술원 전자공학과 석사
1993.2: Univ. of Southern California, Electrical Engineering, LA, USA
1989 ~ 1991: Univ. of Southern California, Research Assistant
1993 ~ 1995: 삼성전자 컴퓨터 개발실 H/W팀 선임 연구원
1995 ~ 현재: 서강대학교 전자공학과 교수
관심분야: Ad-hoc network, CAR network, Mobile IP, IPv6 네트워크 홈 네트워크 P2P 그룹통신,
멀티미디어 스트리밍, 유비쿼터스 네트워크
E-mail: jjang@sogang.ac.kr