

이동 애드혹 네트워크에서 신뢰성 향상을 위한 액티브 기반 연구

박경배* 강경인** 유재휘*** 김진용****

The Study Active-based for Improvement of Reliability In Mobile Ad-hoc Network

Gyong-bae Park* Kyoeng-in Kang** Jea-hue Yoo*** Jin-yong Kim****

요약

본 논문에서는 이동 애드혹 네트워크에서 신뢰성 향상을 위한 액티브 네트워크를 제안하였다. 제안된 알고리즘에서는 DSR을 기본 프로토콜로서 액티브네트워크를 구성하였고, 송수신 노드를 액티브 노드로서 이용하였다. 신뢰성 향상을 위해 송신노드는 최근 보낸 데이터를 저장할 임시 버퍼를 생성한 후 수신 노드의 요구에 의해 데이터 재전송을 수행하며 수신노드 당 흐름관리를 할 수 있는 기능을 추가하여 송신 액티브노드로 기능을 변경하였다. 수신노드는 손실된 데이터에 대한 재 전송요구와 흐름제어 기능을 추가하는 수신 액티브노드로 기능을 변경하였다. 그 결과로서, 제안된 액티브 노드는 움직임이 적은 이동 애드혹 네트워크에서는 100(%)에 근접하는 신뢰성을 보였고, 움직임이 많은 이동 애드혹 네트워크에서 보다 평균 3.5737% 증가한 95%의 데이터 수신율을 보장하였다.

Abstract

In this paper, we propose an active network to support reliable data transmission in the mobile ad-hoc network. The active network uses DSR(Dynamic Source Routing) protocol as its basic routing protocol, and uses source and destination nodes as key active nodes. For reliable improvement the source node is changed to source active node to add function that its buffer to store the last data with the flow control for data transmission per destination node. The destination node is changed to destination active node to add

* 여주대학 컴퓨터사이언스과 조교수

** 정보통신과 조교수

*** 컴퓨터정보관리과 부교수

**** 산업경영정보과 부교수

function that it requests the re-transmission for data that was not previously received by the destination active node with the flow control for data reception per source active node. As the result of evaluation, we found the proposed active network guaranteed reliable data transmission with almost 100% data reception rate for slowly moving mobile ad-hoc network and with more 95% data reception rate, which is improvement of 3.5737% reception rate compared with none active network, for continuously fast moving mobile ad-hoc network.

I. 서론

고정된 기지국을 포함하는 유선 기반망 기술 발전의 영향을 받아 교환기나 기지국이 없이 통신할 수 있는 이동 애드혹 네트워크의 기술이 MANET(Mobile Ad-Ho Network) 등을 통해 연구 개발되고 있다(1).

MANET 그룹에서 제안된 라우팅 프로토콜은 AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector), DSR(Dy Source Routing), ZRP(Zone Routing Protocol) 등이 [2][3][4]. 이러한 연구들은 개개의 이동 노드들이 일정 속도를 가지고 끊임없이 이동함으로써 인해 네트워크에 따라 송수신 노드간의 데이터 전송 효율이 달라지는 특성이 있으며 지속적인 표준화 작업이 이루어지고 있다

요구기반 방식인 DSR 프로토콜은 데이터 전송을 위해 선 유선과 달리 반드시 경로설정 알고리즘 수행 후 설정된 경로에 따라 패킷전송이 이루어진다. 그러나 빈번한 노드의 움직임으로 경로유지가 어렵고 경로 재 설정요구가 빈번하게 된다. 이 과정에서 이미 전송된 패킷은 손실이 되고 전체적인 패킷 수신율은 노드의 움직임 상태에 따라 달라지게 된다. 현재까지는 이동 애드혹 네트워크에서 데이터 전송을 위한 방법만이 연구되고 있다. 최근 단방향 이동 애드혹 통신과 애드혹 환경에서 QoS를 지원하는 연구가 이루어졌다[5][6]. 그러나, 데이터의 신뢰성을 위한 연구는 빈약한 상태에 있다. 따라서 통신의 궁극적 목적인 데이터의 신뢰성을 보장할 수 있는 새로운 방안이 연구되어야 한다.

1996년대에 액티브네트워크란 새로운 개념의 네트워크가 소개되었고 현재 미국을 중심으로 액티브네트워크의 연구가 활발히 진행 중에 있다. 액티브네트워크란 기존 네트워크의 라우터들이 단순히 패킷의 라우팅 목적으로만 사용되었던 개념을 바꾸어 사용자가 원하는 라우터를 자신의 사용 목적에 맞게 라우터의 기능을 변경이 가능한 네트워크이다[7]. 이러한 개념의 배경에는 기존의 IP체계가 갖는 문제점에서 시작되어 전 세계적으로 퍼져있는 인터넷이 포화 상태로 되어 사용자들이 네트워크를 유용하게 사용하기 어렵게 되었기 때문이다. 인터넷에서 이루어

지고 있는 수많은 데이터들의 송수신과 IPv4, IPv6의 혼합 사용은 기존 네트워크 라우터의 단순 기능으로는 더 이상 유지 개발이 어렵다. 이를 극복하기 위해 사용자는 자신이 원하는 노드에 자신의 통신 특성에 맞는 형태의 노드를 구축함으로써 능동적으로 통신에 대처할 수 있도록 하여 네트워크의 성능을 높일 수 있는 방안이 요구되고 있다[8]. 현재 액티브네트워크는 연구 개발의 초기 단계로 주로 유선 망에서의 연구가 주된 주류를 이루고 있으며 무선망에서의 액티브네트워크 접목은 초기단계에 있다[9].

본 연구에서는 액티브네트워크의 개념을 이용하여 노드의 움직임이 많은 이동 애드혹 네트워크에서도 데이터의 수신율을 보장하는 신뢰성 있는 액티브네트워크 알고리즘을 제안한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 이동 애드혹 네트워크의 기본개념과 DSR 알고리즘을 소개하고 3장에서는 액티브 네트워크의 기본 개념과 구현방법을 다루었다. 4장에서는 제안한 액티브 이동 애드혹 네트워크의 실행 방식에 대해 언급한다. 5장에서는 제안한 알고리즘의 성능평가 환경과 그 분석결과를 기술한 후 6장에서 결론을 맺는다.

II. DSR 프로토콜 기본개념

이동 애드혹 네트워크에서 DSR 프로토콜은 각각 이동성을 갖는 송신노드가 수신노드에게 패킷 전송을 위해 먼저 경로발견 과정을 수행한 후 경로유지 과정을 통해 패킷이 전달된다[10]. 본 절에서는 DSR 프로토콜의 기본 개념과 데이터 전송 과정인 경로발견과 경로유지의 개념을 설명하고 DSR 프로토콜의 문제점에 대해 언급한다.

1. DSR 프로토콜 개념

DSR 프로토콜은 현존하는 IP 패킷에 제어 정보를 포함하는 패킷을 이용하여 데이터전송을 한다.

그림 1.과 같이 DSR 프로토콜의 동작 과정은 다음과 같다. 첫째, 송신노드는 데이터 전송을 위해 가장 먼저 수신노드의 경로를 발견해야 한다. 이를 위해 송신노드는

주변 노드들에 경로요구(RREQ: Route REQuest) 패킷을 브로드캐스트 한다. 둘째, 수신노드가 송신노드의 경로요구 패킷을 수신하면 이에 대한 경로응답(RREP: Route REPlay) 패킷을 송신 노드에게 유니 캐스트 방법으로 전송한다. 셋째, 만약 패킷 전송 중 임의의 노드가 경로 손실을 인지하면 송신노드에게 이에 대해 고지를 경로에러(Route Error) 패킷을 생성하여 전송한다.

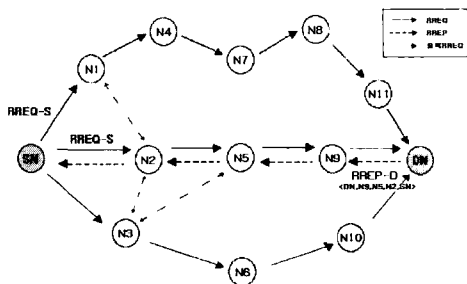


그림 2. DSR 프로토콜의 경로설정
Fig. 1 Routing of DSR protocol.

2. 경로설정

DSR에서의 경로설정은 두 노드간에 통신의 필요성이 있을 경우에만 경로설정이 이루어지는 동적 알고리즘이다. DSR에서 경로생성을 위한 경로설정 요구패킷(RREQ)은 송신노드에서 수신노드까지의 경로를 기록하는 경로레코드를 가지고 있으며, 각 노드는 자신을 지나간 RREQ로부터 경로를 받아 자신의 경로캐쉬에 해당 수신노드까지의 경로를 저장한다. 경로설정은 송신노드가 수신노드까지의 경로를 얻기 위해 RREQ를 브로드캐스트한다. RREQ를 받은 각 노드는 최근 수신된 RREQ를 확인하기 위해서 <생성자 주소, request id>를 쌍으로 목록을 관리한다.

DSR에서는 RREQ id를 사용해서 중복되는 RREQ 제거하고, 경로레코드를 사용하여 경로에 순환이 생성되는 것을 막는다. RREQ를 수신한 노드는 자신의 경로캐쉬에 송신노드까지의 경로를 가지고 있다면 그 경로를 사용하고, 그렇지 않을 경우 RREQ에 기록된 경로에 대해 역방향으로 경로응답 패킷으로 송신노드까지 전송한다. RREP를 받은 송신노드는 데이터 패킷을 RREP에 기록된 역 경로로 데이터를 전송하게 된다.

3. 경로발견

DSR에서는 주기적인 경로정보의 교환이 없기 때문에,

경로발견 과정을 통하여 얻은 경로를 사용하여 각각의 중간노드들은 경로유지 과정을 통하여 경로의 동작 상태를 감시하고, 경로에 오류가 발생하면, 송신노드로 경로의 오류를 알린다.

경로에러 패킷은 패킷이 최대 홉을 초과하거나 확인 패킷을 수신하지 못하였을 경우 이를 감지한 노드가 송신노드로 경로에러(route error) 패킷을 되돌려주어 정확에러 발생위치를 알려준다.

위와 같이 경로를 유지하기 위해서는 반드시 패킷이 전송되어야 가능하다. 이는 필요시에만 경로를 유지한다는 점에서 네트워크의 부하를 줄이는 장점이 있다. 그러나, 실제로 패킷이 전달되는 과정에서 오류는 데이터 손실을 초래하며 신뢰성 있는 데이터 전송을 저해하는 요인이 된다. 신뢰성을 보장하기 위해선 전송경로의 안정성이 무엇보다도 우선 시 되지만 이동 애드혹 네트워크의 경우는 노드의 이동성으로 인하여 이를 보장하기가 어렵다. 따라서 전송경로의 안정성 보다 경로 손실로 인한 패킷에 대해 재전송 요구를 함으로써 데이터의 신뢰성 향상을 얻을 수 있다.

III. 액티브네트워크

1. 액티브네트워크 개념

액티브네트워크는 네트워크의 노드들이 자신을 통과하는 패킷에 포함된 내용의 변경, 혹은 그 패킷의 정보를 이용하여 특정한 목적의 프로그램 실행이 가능하다. 기존의 네트워크에서는 송수신자간에 데이터를 전송하기 위하여 각 노드들은 단순히 패킷의 헤더정보를 검사하고 처리하였다. 이와는 달리 액티브네트워크에서는 사용자 중심의 특성화된 네트워크를 구성하게 된다. 사용자는 네트워크에 존재하는 여러 노드 중 자신이 원하는 노드의 기능을 선택적으로 기능을 변경함으로써 자신만의 네트워크를 구성한다. 이러한 액티브네트워크는 기존의 노드들과도 상호 운영된다[11].

액티브네트워크에서 사용되는 프로그램화 될 수 있는 패킷을 캡슐(capsule)이라 하며, 캡슐에는 일반패킷 내용과 노드에서 실행하여야 할 프로그램 코드를 포함한다.

캡슐을 통하여 각 노드에서 실시간으로 프로그램을 실행하기 위해서는 다양한 요구조건이 수반된다. 예를 들어, 하나의 사용자 프로그램은 적어도 하나의 명령어가 포함되도록 프레임화 되어야 하며 각 명령어는 실시간으로 처리되도록 가능한 단순한 명령어로 구성된다. 현재 제안된 액티브 패킷으로 SAPF(Simple Active Packet Type)[12]가 있으며 이를 응용한 액티브 라우팅이 있다 [13].

사용자 정의의 액티브네트워크를 구성하기 위해서는 패킷이나 노드가 프로그램화 될 수 있어야 하며 이를 위해서 액티브노드는 그림 2.와 같은 형태로 조직된다. 패킷을 받은 노드는 일반 패킷과 액티브 패킷을 구분하며, 액티브 패킷일 경우 순간적 실행 환경(TEE: Transie Execution Environment)에서 신속히 처리하여 그 결과 스케줄에 따라 다른 노드로 전송하거나 액티브노드에 할당된 자원 저장 공간에 저장하여 노드의 속성을 사용자 중심으로 변경한다.

액티브네트워크 전송시스템(ANTS: Active Network Transfer System)[14]은 데이터패킷 내에 프로그램을 포함하여 지정된 라우터에 필요한 프로토콜 기능들을 능동적으로 설치한다. 이와 유사하게 스위치웨어 (switchware)[15]는 액티브네트워크의 안전성과 보안 측면에서 유연하게 프로그램화 할 수 있는 기능을 강화하였다. 또한 컴퓨터시스템으로 가상 액티브네트워크를 구성한 ABone(Active network Backbone)[16]은 공통티브패킷을 설계하고 각 ABone 노드는 다수의 실행환경을 지원하도록 한다.

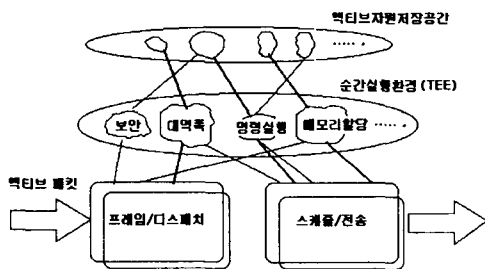


그림 2. 액티브노드 구성
Fig. 2 Active node configuration.

2. 액티브네트워크 전송시스템(ANTS)

ANTS의 기본 기술은 이동코드(mobile code), 요구 드(demand loading) 그리고 캐쉬(cache)기술을 기반으로

하여 라우터나 엔드(end) 시스템에 능동적으로 새로운 프로토콜을 설치한다. 이를 위해 하나의 프로토콜은 여러 코드그룹(code group)으로 분류되고 이 코드들을 전송하기 위한 캡슐이 정의된다. 코드그룹은 관련 캡슐의 집합이며, 프로토콜은 관련된 코드그룹의 집합이다. 각 캡슐은 기존 네트워크와 상호운용 할 수 있도록 IP 헤더, 액티브네트워크에서 이용하는 액티브헤더, 그리고 상위계층에서 사용하는 페이로드가 있다. IP 헤더의 TTL은 기존 IP에서와 같이 캡슐의 유효성에 사용된다. 즉 캡슐이 노드를 거침에 따라 TTL 값은 감소하고 0으로 되었을 때 캡슐은 폐기된다. 타입(type) 필드는 사용자 정의에 의해 선택되어지는 값으로 액티브노드에서 인식하는 객체 이름이며 프로그램 이동코드는 타입헤더(type header)에 기술된다. 이동 코드는 현재 웹(web)에서 사용하는 JAVA 바이트 코드가 사용된다. 바이트 코드는 실시간으로 목적지노드의 종류와 관계없이 프로그램을 실행하는데 있어서 안전한 코드로 인정되고 있으며 PLAN(Program Language Active Network)과 같이 액티브네트워크를 위한 새로운 언어가 등장하고 있다[17].

액티브네트워크를 구성하기 위해선 예기치 못한 행동을 방지하며 사용자 정의의 프로그램을 실행하도록 노드를 설계해야 한다.

ANTS에서 액티브노드에 요구되는 프로그램을 설치하는 과정은 다음과 같다.

1. 캡슐은 자신의 캡슐타입과 프로토콜을 인지한다.
2. 캡슐이 액티브노드에 도착하면 액티브노드는 자신의 프로토콜캐쉬를 검사한다. 만약 요구되어진 코드가 없다면 필요한 캡슐타입과 프로토콜을 기초로 이전 노드에게 로드요구(load request)를 전송한다. 이 간 캡슐실행은 요구된 코드가 도착할 때까지 한정된 시간 동안 대기한다.
3. 로드요구를 받은 노드는 관련된 코드를 포함하여 응답(response) 캡슐을 전송한다.
4. 응답캡슐을 받은 노드는 자신의 캐쉬에 코드를 저장하고 대기 중이던 캡슐의 헤더를 접근하여 프로그램을 실행한다. 만약 응답캡슐을 받지 못한다면 대기 중이던 캡슐은 더 이상 불필요한 캡슐로 간주하여 폐기한다.

IV. 제안된 액티브패킷과 노드의 설계

1. 제안된 액티브패킷

액티브네트워크를 구성하기 위해 액티브패킷은 DSR 패킷에 덧붙여 액티브노드의 설치와 해제 제어정보를 갖는다.

액티브타입헤더(ATH : Active Type Header)는 현 액티브 패킷의 버전과 액티브패킷타입(type) 그리고 액티브타입코드(type code)로 구성된다. 3절에서 설명하였 ANTS에서 제안한 패킷구조와 다소 다른 모습을 갖는다. DSR 프로토콜에서는 DSR 헤더 안에 액티브패킷이 경유한 경로를 모두 포함하고 있기 때문에 제안한 액티브패킷 구조에서는 이전 노드의 주소를 포함하지 않는다.

패킷타입은 액티브패킷을 수신한 액티브노드에서 처리해야 하는 자원의 유일한 이름을 갖는다. 제안한 방법은 데이터 신뢰성만을 고려하였기 때문에 패킷타입은 버퍼설정(load), 간단한 연산 등의 객체로 한정되어 있다.

신뢰성 있는 데이터통신을 위한 또 다른 목적의 액티브 제어패킷을 그림 3.과 같이 설계하였다. 액티브제어 패킷은 패킷타입(Active data type), 목적지노드에서 수신 못한 패킷을 요구하는 AN_NAK(AN_Not Acknowledgement) 패킷번호, 재전송데이터의 수를 지시하는 전송 수(number of packet), 그리고 액티브패킷을 수신 송신액티브노드에서 재전송데이터를 지시하는 형식으로 분류된다.

패킷타입은 AN_NAK 패킷타입과 재전송 패킷타입으로 분류된다. 재전송 패킷타입은 송신액티브노드가 수신 액티브노드로 전송하는 경우로 수신액티브노드가 수신 못한 데이터에 대한 AN_NAK 패킷을 전송하였을 경우 발생된다. 일반적으로 재전송데이터의 수는 AN_NAK 패킷에 포함된 패킷의 재전송 수에 따라 다르므로 재전송데이터는 하나의 AN_NAK 패킷에 따라 다수의 재전송데이터가 될 수 있다. 따라서 트래픽을 고려한다면 재전송데이터는 블록으로 한번에 전송할 수도 있다. AN_NAK 패킷타입은 수신액티브노드가 수신 못한 데이터패킷에 대해 송신액티브노드에 재전송 요구를 한다. AN_NAK 패킷에

는 최근에 자신이 받지 못한 패킷의 시작 번호(AN_NAK number)와 시작 번호로부터 받아야 할 패킷 수(number of packet)가 포함된다. AN_NAK의 시작 번호로부터 받아야 할 패킷 수는 송신액티브노드의 최근 전송한 데이터를 임시 보관하는 버퍼크기와 중요한 관계를 갖는다. 데이터 트래픽이 클 경우 재전송요구의 데이터 수가 많다면 트래픽은 더욱 증가하여 수신율이 저하 될 것이며, 또한 노드의 움직임이 큰 경우는 AN_NAK의 재전송요구가 더욱 빈번하게 되어 순수한 데이터전송이 지연되게 된다. 따라서 이동 애드혹의 네트워크 상태에 따라 AN_NAK 재전송 요구패킷의 수를 능동적으로 처리해야 한다.

DSR header	Active data type	NAK number	Number of packet	pay load
------------	------------------	------------	------------------	----------

그림 3. 액티브 데이터 제어타입 패킷
Fig. 3 Active data control type packet.

2. 제안된 액티브노드

DSR 노드의 계층 구조를 CMU(Canegi Melon Un에서 제안하였다[18]. 링계층(LL)의 상위에 접한 DS 에이전트는 송수신 패킷에 대해 모든 처리를 담당하여 상위계층이나 하위계층으로 전송한다.

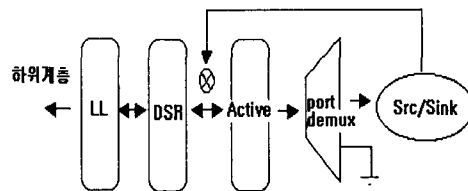


그림 4. 액티브노드의 계층적 구조
Fig. 4 Schematic of a active node.

이러한 DSR 노드를 액티브노드로 변경하기 위해 그림 4.와 같이 액티브 에이전트는 DSR 에이전트의 상위계층에 놓여져 DSR 에이전트를 거친 모든 패킷은 액티브 에이전트에 의해 처리된다. 움직임이 많은 이동 애드혹 네트워크에서 신뢰성 있는 데이터 전송을 위하여 송수신 노드를 액티브노드로 설정한다. 액티브노드로 설정되기 위해서는 노드에 유용한 자원이 포함돼야 한다. 액티브 패킷을 수신한 노드는 액티브 패킷에 포함된 액티브 타입에 포함된 정보에 따라 자신이 갖고 있는 유용한 자원으로부터 액티브 패킷이 지시하는 내용을 순간적 실행환경에서

실시간으로 실행한 후 자신을 액티브노드로 변경한다. 송신 액티브노드에 요구되는 자원으로 수신지별 버퍼 할당과 최근 전송한 데이터에 대한 임시 버퍼이다. 수신 액티브노드에 요구되는 자원은 송신지별 버퍼 할당과 데이터 패킷에 대한 비교 연산이다. 송신 액티브노드가 경로설정 후 데이터 전송이 시작되며 시간에 따라 노드들은 불규칙하게 이동하게 된다. 따라서 경로는 손실되며 경로 손실로 인해 수신지에서 수신되지 못한 데이터 패킷에 대해 재전송 요구를 함으로써 패킷의 손실을 복구한다.

3. 신뢰성 보장을 위한 데이터 전송 알고리즘

그림 5.는 이동 애드혹 네트워크에서 DSR 프로토콜을 이용하여 송신노드와 수신노드를 액티브노드로 속성을 변경한 것이다. 송신 액티브노드는 수신노드에게 속성 변경을 지시하는 정보를 액티브패킷에 포함하여 수신노드에게 전송하며 이를 수신한 수신노드는 액티브패킷의 정보에 따라 자신의 노드속성을 변경한다.

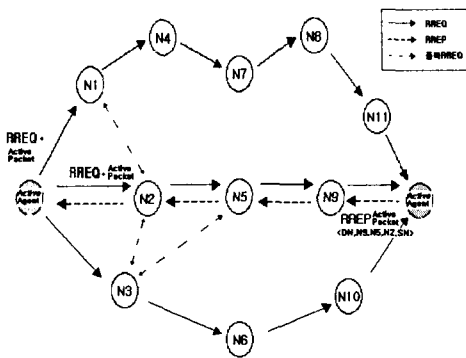


그림 5. DSR 프로토콜을 이용한 액티브네트워크
Fig. 5 Active network using DSR protocol.

이동 애드혹 환경에서 앞에서 언급한 액티브패킷, 액티브노드를 이용하여 액티브네트워크를 구성하고, DSR 프로토콜을 이용하여 신뢰성을 보장하기 위한 과정은 다음과 같다.

단계 1 데이터 전송을 원하는 송신 노드는 자신을 송신액티브타입의 액티브노드로 기능을 변경하고 송신할 데이터를 임시 보관할 버퍼를 생성한다. 한 송신액티브노드는 여러 수신노드를 가질 수 있으므로 수신노드 별로 데이터 흐름을 관리하는 수신버퍼를 생성한다. 또한 송신액티브노드는 다른 노드의 수신노드가 될 수 있으므로 송수신을 겸용한 노드인 액티브노드가 된다. 액티브노드로 기

능이 변경된 후 송신액티브노드는 수신노드의 주소 즉, 데이터 전송경로를 찾기 위해 RREQ 패킷에 액티브패킷을 피키백하여 브로드캐스트 한다.

단계 2 송신액티브노드의 액티브 패킷을 수신한 수신노드는 액티브패킷이 자신을 지정한 것인가를 확인하고 캡슐에 포함된 코드를 실행하여 자신을 수신노드의 액티브타입인 액티브노드로 속성을 변경한다. 이후 송신액티브노드의 RREQ에 대해 응답신호 RREP 패킷에 수신할 데이터번호와 함께 수신경로의 역 방향으로 전송한다. 또한 수신액티브노드는 자신이 다른 수신을 갖는 송신액티브노드가 될 수 있으므로 이 때는 송수신 액티브타입의 액티브노드가 된다.

단계 3 수신액티브노드는 해당 송신액티브노드로부터 수신 못한 패킷에 대해 해당 송신지로 전송하기 위한 NAK 번호를 초기화하며 수신된 패킷에 따라 NAK 번호를 증가시킨다.

단계 4 RREP 패킷과 NAK 번호를 수신한 송신 액티브노드는 송수신 경로를 따라 버퍼에 저장된 NAK 번호부터 데이터 패킷을 순서대로 송신하며 송신 데이터패킷을 카운트한다.

단계 5 해당 송신액티브노드로부터 데이터패킷을 수신한 수신액티브노드는 최근 수신된 데이터 패킷순서를 NAK에 저장한다.

단계 6 송신액티브노드가 데이터 패킷을 전송 후 노드의 움직임으로 전송경로의 손실 시 데이터패킷은 손실되며 경로손실을 인지한 송신액티브노드는 RREQ를 재전송한다. RREQ를 수신한 수신 액티브노드는 RREP 신호 시 수신액티브노드가 다음에 수신할 데이터 패킷번호인 NAK를 피키백하여 송신액티브 노드로 전송한다.

단계 7 수신액티브노드로부터 NAK를 수신한 송신액티브노드는 버퍼에 보관된 NAK에 해당되는 데이터부터 재전송하며 NAK 이전의 데이터는 수신액티브노드가 수신한 경로 간주하여 버퍼로부터 삭제한다.

단계 8 데이터 전송 완료 시까지 위의 과정을 반복한다.

V. 실험결과

1. 실험 환경

- 하드웨어 : Dell™ PowerEdge™ 2400 워크그룹 서버 (Intel PentiumIII 700Mhz)
 - 소프트웨어 : NS(Network Simulator)2.1b5, (Network Animator), (C++, Tcl){19}.
 - 시나리오 파일 : 900초 동안 50개의 노드를 이용하였다. 50개의 노드 중 총 링크 수는 20개로서 적용된 영역은 1500x500(m2)와 670x670(m2)이다 과 같이 총 14개의 시나리오 파일로서 실험을 하였으며 표1.를 근거로 시나리오 1,2,3...14로 부른다
- 평균 정지 시간이라 함은 각 노드가 움직이기 시작한 시간을 의미하며 한다. 각 노드들은 최고 속도 20m/s이며 속도는 시뮬레이션 시간 동안 불규칙하게 변한다. 또한 데이터 패킷은 초당 4개로 cbr(constant bit rate)로 노드에 공급된다.

시나리오1과 2는 같은 평균정지 시간을 갖지만 시나리오1은 각 노드들의 순간 움직임이 빨라 링크 변화, 경로 변화가 심하고 수신 노드를 찾지 못하는 경우가 발생한다.

표1. 시나리오 파일
Table 1 Scenario File

적용 영역(m ²)	평균 정지 시간(sec)						
	0	0	30	60	120	600	900
1500x300	0	0	30	60	120	600	900
시나리오	1	2	3	4	5	6	7
670x670	0	0	30	60	120	600	900
시나리오	8	9	10	11	12	13	14

2. 실험 결과 및 분석

2.1 실험 결과

액티브노드를 이용한 신뢰성 있는 데이터전송을 위한 중요한 평가요인은 버퍼의 크기이다. 노드의 이동도가 크다면 이에 따른 데이터 손실은 증가되며 재전송 요구도 증가된다. 따라서 버퍼의 크기도 일정 이상을 유지해야 한다. 그러나, 버퍼의 크기는 액티브네트워크에서 자원의 할당 문제와도 직결되어 적절한 크기가 요구된다. 그림 6

은 시나리오1에서 버퍼의 크기에 따른 수신율의 변화를 나타내었다. 가장 효율적인 크기는 20으로서 이보다 큰 버퍼에서는 오히려 수신율의 저하를 나타낸다. 이는 버퍼 탐색시간 때문에 데이터전송이 지연됨을 나타낸다. 반대로 버퍼의 크기가 작은 경우는 송신액티브노드가 재전송 요구패킷을 받더라도 버퍼에 해당 패킷이 존재하지 않게 된다. 이것은 재전송 요구패킷이 네트워크에 부하증가를 가져오며, 송신액티브노드에서는 버퍼탐색 부하를 증가시키는 요인이다.

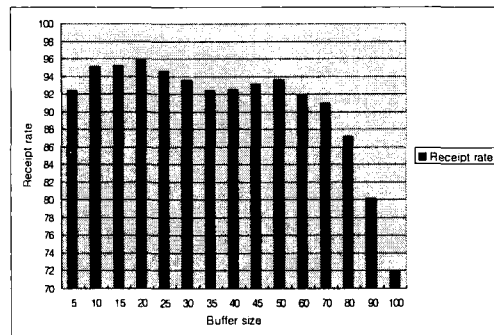


그림 6. 버퍼크기 변화에 따른 수신율
Fig. 6 Reception rate by changing of buffer size.

그림 7.은 1500x300에서 각 시나리오 별로 액티브노드를 구축하지 않고 실행한 결과와 액티브네트워크에서의 실행 결과이다. 가장 성능이 향상된 것은 시나리오5로서 약 4.2%의 수신율 증가를 나타내었으며 특히, 시나리오에서는 수신율 100%를 나타내어 신뢰성을 보장하였다.

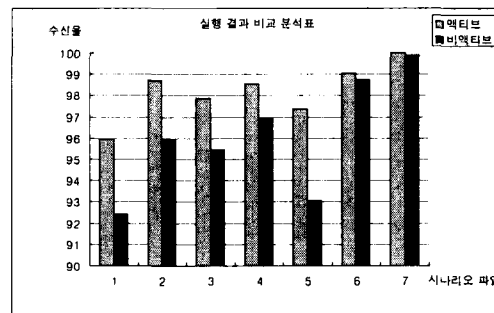


그림 7. 실험결과 비교
Fig. 7 The comparison of the simulation result.

평균 정지시간이 120인 경우(시나리오5)는 순간 움직임이 빨라 수신을 찾지 못하는 경우가 456개로 인하여

수신율이 시나리오1 다음으로 떨어짐을 알 수 있다.

670x670에서는 1500x300 네트워크와 비교하여 수신 드를 찾지 못하는 경우가 없고 경로 변화와 링크변화가 작다. 따라서 안정된 데이터 전송률을 보장하여 액티브네트워크에서 시나리오11은 98.95%를 나타내었고 나머지는 모두 99%이상을 나타내었다. 특히 시나리오14에서는 수신율 100%를 보이는 신뢰성을 보였다.

비 액티브네트워크에서 평균 수신율은 92.39%을 보였다. 가장 낮은 수신율을 보인 링크는 83.94%이며 가장 높은 수신율을 보인 링크는 94.34%를 나타내었다.

액티브네트워크에서는 각 송수신노드가 액티브노드로 동작을 함으로써 재전송 데이터와 경로안정으로 총 수신율은 95.97%로 비 액티브네트워크의 수신율보다 약 3.57%가 향상되었음을 알 수 있다. 비 액티브네트워크와는 다르게 가장 낮은 수신율을 보인 링크는 88.56%이며 가장 높은 수신율은 링크는 98.72%를 나타내었다. 이는 비 액티브네트워크에서 보인 링크별 데이터의 수신율이 액티브네트워크에 그대로 유사하게 적용되지 않음을 나타낸다. 결론적으로 액티브패킷의 발생은 네트워크의 상태를 안정시키는 역할을 하게 된다.

2.2 분석

네트워크의 상태는 순간 움직임이 클 수록 링크변화, 경로변화가 많고 경우에 따라 수신을 찾지 못하는 경우가 생긴다. 이로 인해 발생하는 네트워크 부하는 비 액티브네트워크에서 불안정하게 되어 수신 패킷수가 적어져 수신율이 낮아지게 되지만 액티브네트워크에서는 재전송 요구패킷과 재전송 데이터로 인해 수신율이 증가된다. 그림 8.은 비 액티브네트워크와 액티브네트워크에서의 정지 시간별 라우팅 오버헤드를 비교한 것이다.

비 액티브네트워크에서는 움직임이 많고 경로 발견이 되지 않는 경우가 가장 많은 오버헤드를 보이고 있으며 정지시간이 클수록 줄어드는 모습을 볼 수 있다(20).

액티브네트워크에서는 재전송 데이터의 에러로 인해 네트워크 전체에 에러패킷이 증감함으로 인해 비 액티브네트워크에서 보다 오버헤드가 증가하였다. 라우팅 오버헤드와 함께 재전송 요구패킷, 재전송 데이터패킷을 포함한다면 시나리오1의 경우 네트워크 오버헤드는 약 4.00개의 패킷이 증가하였다.

재전송 중 손실 데이터는 이를 탐지한 노드에서 송신 액티브노드에게 새로운 경로 탐색을 요구함으로써 순수한 데이터의 수신율을 증가시킨다. 이것은 재전송 데이터와

함께 재전송 중 에러 역시 수신율 증가의 중요한 요인으로 작용함을 알 수 있다.

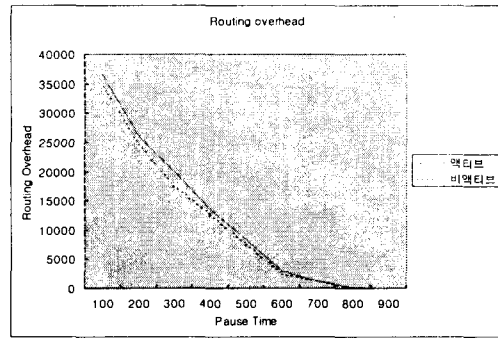


그림 8. 라우팅 오버헤드
Fig. 8 Routing overhead(20m/sec)

VI. 결론

본 논문에서는 이동 애드혹 네트워크에서 노드의 이동성과 관련하여 송수신노드의 액티브노드 설치과정과 이를 이용한 데이터전송의 신뢰성향상을 위한 액티브네트워크 기반 알고리즘을 제안하였다.

제안된 알고리즘의 성능평가를 위해 NS2를 사용하여 실험환경 변수인 적용영역, 움직임정도 그리고 네트워크의 링크수 등을 이용하여 각 노드의 데이터수신율과 네트워크의 부하 등을 비교·평가하였다.

첫째, 노드의 움직임 적용영역에 있어 이동노드가 이동 애드혹 네트워크의 전파범위를 벗어나지 않는 경우라면 신뢰할 수 있는 데이터전송이 가능하다.

둘째, 노드의 움직임 정도에 있어 이동노드의 속도가 빠르고 불규칙하더라도 노드간의 전파범위를 벗어나지 않으면 재전송요구 패킷에 의해 충분히 재수신 가능하다.

셋째, 이동 애드혹 네트워크에서 액티브노드를 통한 데이터전송은 노드간의 경로에 대해 신속히 대응할 수 있는 기반을 제공하고 전체 네트워크를 안정시킨다.

넷째, 사용자 중심의 액티브네트워크 구성은 이동 애드혹 네트워크에서 데이터의 신뢰성 문제를 해결하는 하나

의 방안으로 고려된다.

이동 애드혹 네트워크에서의 액티브노드 구성은 노드의 움직임에도 불구하고 일반 네트워크와 비교하여 신뢰성 있는 수신율을 제공한다. 이는 송-수신 중심의 액티브 네트워크를 구성하는 것이 신뢰성 데이터 전송에 기여함을 알 수 있다.

향후 연구 과제로 지역적으로 중요한 위치에 액티브노드를 설치하는 문제와 보안에 대해 더욱 연구가 이루어진다면 임의의 네트워크에서도 신뢰성이 크게 보장되는 네트워크가 구성되리라 사료된다.

참고문헌

- [1] S. Corson, J. Macker, "Mobile ad hoc Netw (MANET) : Routing Protocol Perfomance I and Evaluation Cnsideration", Reques Comments :2501, Jan, 1999.
- [2] C.E. Perkins and E.M. Royer, "Ad Ho Demand Distance Vector(AODV) Routing", WMCSA'99, Feb, 1999.
- [3] Tony Larsson, and Nicklas Hedman, "R Protocols in Wireless Ad-hoc Networks Simulation Study", Master's thesis, University of Technology, Stockholm, 1998.
- [4] M.R. Pearlman and Z.J. Haas, "Determin Optimal Configuration of the Zone Ro Protocol", IEEE Journal on Selected Area Communications 17(8), August 1999.
- [5] 이광배, "이동 ad hoc 망에 대해 동적 소스라우팅을 이용하는 단방향 라우팅 프로토콜", 정보처리학회, 8-C권, 제4호, p459~468, 2001.
- [6] 박경배, "이동 애드 혹 네트워크에서의 QoS를 지원하는 라우팅 프로토콜", 한국통신학회, 27권 4C호 p273~281. 2002.
- [7] David L. Tennenhouse and David J. Wet "Towards an Active Network Architecture" mputer Communication vol 26 no 2 1996.
- [8] David L. Tennenhouse and David J. Wetherall, "The Active IP Option", In Proceedings of the Seventh ACM SIGOPS European Workshop, Sept.1996.
- [9] L. W. Lehman et al., "Active Reliable Mul In INFOCOM'98, 1988.
- [10] J.Broch, David B.Johnson, and et. al. Dynamic Source Routing Protocol for Mobil Hoc Networks", Internet Draft draft-manet-dsr-03.txt, Oct, 1999.
- [11] David L. Tennenhouse and David J. We "Towards an Active Network Architectu Computer Communication Review vol.26, pp.10~15, 1996.
- [12] D.Decaspar and C.Tschudin, "Simple Packet Format(SAPF)", Active Networks G RFC draft .Aug.1998: <http://www.docs~tschudin/pub/cft-1998-sapf.txt>.
- [13] Herik Gulbrandsen, Ericsson, "Active Rout Ad Hoc networks", IEEE Communicat Magazine, April, 2000.
- [14] D. Wetherall et al., "ANTS: A Toolki Building and Dynamically Deploying Net Protocol", OPENARCH'98.
- [15] D. Alexander et al., "The Switchware A Network Architecture", IEEE Network, vo pp.29-36, May/June, 1998.
- [16] D. Scott Alexander et al., "Active Ne Encapsulation Protocol(ANEP)", RFC, July.
- [17] M. hicks, et. al., "PLANet: An A Internetwork", INFOCOM'99', March, 1999
- [18] The CMU Monarch Project, "The C Monarch Project's Wireless and Mob Extensions to ns", Carnegie Mellon Unive Aug, 1999.
- [19] <http://www.isi.edu/nsnam/>
- [20] Charles E. Perkins, Ad Hoc Netwo Addison -Wesley, pp.159~164, 2001.

저 자 소 개



박 경 배
1998년 3월 ~현재 : 여주대학
컴퓨터사이언스과 조교수
2002년 2월 : 명지대학교 전자
공학과 박사
소속단체: 한국통신학회, 정보
처리학회



강 경 인
1998년 3월 ~현재 : 여주대학
정보통신학과 조교수
2001년 8월 : 명지대학교 전자
공학과 박사
소속단체: 한국통신학회, 정보
처리학회



유 재 휘
1993년 3월 ~현재 : 여주대학
컴퓨터정보관리과 부교수
2002년 2월 : 명지대학교 전자
공학과 박사과정
소속단체: 한국OA학회, 정보처
리학회



김 진 응
1993년 3월 ~현재 : 여주대학
산업경영정보과 부교수
1999년 2월 : 동국대학교 산업
공학과 박사
소속단체: 한국OA학회, 전문대
학교육학회