
무선 애드혹 네트워크에서의 데이터 전송 QoS를 위한 라우팅 기법

차현종* · 양호경* · 신호영** · 조용건* · 유황빈***

Routing Mechanism for Data Transmission QoS in Mobile Ad-hoc Network

Hyun Jong Cha* · Ho Kyung Yang* · Hyo Young Shin** · Yong Gun Jo* · Hwang Bin Ryou***

요 약

무선 애드-혹(Ad-hoc) 네트워크는 자체적인 데이터의 송수신과 다른 노드에서부터의 데이터 전달 기능과 함께 이동성을 갖는 노드들이 자율적으로 구성되는 임시적인 네트워크이다. 이 네트워크는 기반망(infrastructure)이 존재하지 않은 상황에서 네트워크를 구성하기 위한 목적으로 연구되어 왔다. 무선 애드-혹 네트워크 내에서는 노드의 에너지 제약과 잦은 이동으로 인해 네트워크 단절이 빈번하게 발생하게 된다. 그러므로 무선 애드-혹 네트워크 연구에서는 데이터 전송률의 보장이 반드시 요구된다.

본 논문에서는 AOMDV 라우팅 프로토콜을 이용하여 경로 탐색 시에 응답하는 노드의 이동성을 고려하여 데이터 전송 QoS를 높이는 기법을 제안한다. 제안한 기법을 적용함으로써 전송 경로의 신뢰성을 향상시켜 데이터 전송률을 높일 수 있다.

ABSTRACT

A wireless Ad-hoc network is willing to send and receive data and for other nodes, and it is a temporal network where the nodes with mobility are automatically constituted. This network has been studied to construct networks in the state where there is no infrastructure.

The limited nodes and its frequent moving in a wireless Ad-hoc network have resulted in frequent network disconnection. Therefore, the data transmission rate should be secured in a wireless Ad-hoc network. This study proposes the method to improve QoS of data transmission considering the mobility of nodes that respond to path searching by means of AOMDV routing protocol. By applying the suggested method, it is possible to raise the transmission rate by improving the reliability of transmission path.

키워드

MANET, 네트워크 관리, 라우팅 기법, QoS
MANET, Network Management, Routing Machanism, QoS

* 광운대학교 방위사업학과
** 경북대학 인터넷정보과
*** 광운대학교 컴퓨터과학과

접수일자 2009. 04. 01
심사완료일자 2009. 05. 27

I. 서론

무선 애드-혹 네트워크는 기존의 유선네트워크와는 다르게 기지국 혹은 AP(Access Point)에 의한 중앙관리나 표준화된 서비스가 없이 임시로 구성된다[1].

이러한 특성으로 재해, 재난 지역이나 전쟁터와 같은 기존의 기반시설을 사용할 수 없는 환경에서 적용하는 것으로 연구되어 왔다. 때문에 군사용이나 대체(Backup) 네트워크용으로 연구가 시작되었으며, 대표적인 사례가 미국의 DARPA(Defence Advanced Research Project Agency)에서 추진해온 GloMo(Global Mobile) 프로젝트이다[2].

1970년대에 DARPA에 의해서 무선 애드-혹 네트워크가 시작된 이후로, 다양한 라우팅 프로토콜들이 제안되었다[3]. 초기의 라우팅 프로토콜들은 기존의 유선 네트워크에서 쓰이는 테이블 기반(Table-driven) 기법이 대두되었으나, 무선노드의 제약으로 인한 많은 문제점으로 네트워크 토폴로지 변화를 고려한 요구 기반(On-demand)의 라우팅 프로토콜에 대한 연구가 이후로 진행되었으며 최근에는 테이블 기반과 요구 기반의 장점을 반영한 혼합(Hybrid) 기법이 연구되고 있다. 특히 근래에는 경로의 최단거리를 우선으로 하는 AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector)[4] 프로토콜이 널리 이용되고 있다. 그러나 AODV는 노드들의 잦은 이동이 있을 경우 데이터 전송패킷 보다 많은 라우팅 제어패킷을 발생시켜 전체적인 네트워크의 성능 면에서 많은 약점을 보이고 있다[5].

본 논문에서는 무선 애드-혹 네트워크에서 데이터 전송율의 향상을 위해 노드의 이동 경로 예측을 기반으로 한 링크의 신뢰성이 향상된 새로운 경로설정 및 유지 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 AODV에서 확장된 프로토콜인 AOMDV(Ad-hoc On-demand Multipath Distance Vector)[5]를 기반으로 한다. 목적지까지의 경로들을 수집하고 GPS(Global Positioning System)가 내장된 노드의 위치와 이동 정보로 미래의 방향과 위치를 예측하여 보다 안정적인 경로를 선택할 수 있는 기회를 제공하는 라우팅 기법이다. 또한 AOMDV의 다중경로기술을 이용하여 데이터의 종류와 특성에 적합한 최적의 경로선택을 위한 메커니즘 제공으로 불필요한 경로설정 메시지의 오버헤드를 줄인다. 본 논문에서 제안된 라우팅 기법의 성능평가를

위해 NS(Network Simulator)-2를 이용하여 기존의 이동성을 고려한 라우팅 기법을 비교·분석하고 논문의 우수성을 입증하고자 한다.

본 논문은 1장 서론에 이어 2장에서는 제안 기법과 관련된 기술들을 설명하고, 3장에서는 제안 기법을 위한 라우팅 테이블의 구조와 동작과정에 대해 설명한다. 4장에서는 제안하는 기법과 기존의 라우팅 프로토콜의 성능을 실험으로 비교 분석하였으며, 5장에서는 본 논문의 실험결과에 대한 전체적인 평가와 고찰로 결론을 맺는다.

II. 관련연구

2.1 MANET

MANET(Mobile Ad-hoc NETWORK)을 구성하는 노드는 네트워크의 토폴로지가 시간에 따라 동적으로 변화한다. 토폴로지 변화가 심한 MANET에서는 기존의 유선 네트워크에서 사용하는 라우팅 프로토콜을 그대로 사용할 수 없고 MANET의 특성을 고려한 라우팅 알고리즘이 필요하게 되었으며, 현재 여러 종류의 라우팅 프로토콜들이 연구되었다[3].

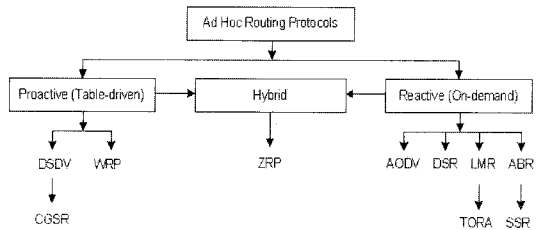


그림 1. 애드-혹 라우팅 프로토콜의 분류
Fig. 1 Branch of Ad-hoc Routing Protocols

라우팅 프로토콜은 경로 생성 방법에 따라 그림 1과 같이 크게 테이블 기반방식(Table-driven 또는 Proactive), 요구 기반 방식(On-demand 또는 Reactive), 혼합 방식(Hybrid)으로 분류할 수 있다.

테이블 기반 방식은 각각의 노드가 네트워크의 전체 노드에 대한 라우팅 정보를 유지하고 이를 이용해 라우팅을 수행하는 방식이다. 요구 기반 방식은 테이블 기반 방식과 달리 네트워크의 모든 이동 노드에 대한 정보를

항상 유지하는 것이 아니라, 전송할 필요가 있을 경우에만 경로를 획득하고 실제 경로에 대한 정보만을 유지하는 방식이고, 혼합 방식은 앞의 두 가지 방식의 방법을 혼합한 것이다.

2.2 ABR 프로토콜

ABR(Associativity-Based Routing)[7] 프로토콜의 핵심은 네트워크에서 오래 지속되는 경로를 사용하는 것이다. 오래 지속되는 경로는 이동성이 적은 이동 노드들로 이루어진 경로이기 때문에 계속 유지할 가능성이 크고 경로 재설정 가능성이 적으므로 높은 효율을 기대할 수 있다. 또한 오래 지속되는 경로 하나만 관리하기 때문에 패킷 중복을 피할 수 있다. 그러나 ABR의 각 노드는 정기적으로 자신의 존재를 알리는 신호(beacon)를 만들어 브로드캐스트해야 한다. 이를 수신한 이웃 노드는 관련 테이블을 갱신한다. 그러므로 이동 노드의 정확한 시·공간 및 연결 상태를 반영하기 위해 신호의 간격은 작아야 하며 추가적으로 전력 소모를 필요로 하는 원인이 된다.

2.3 AOMDV 프로토콜

AOMDV 프로토콜은 경로상의 루프가 없고 링크가 겹침이 없는 경로들을 계산하기 위한 AODV 프로토콜의 확장이다. 특히 다중 경로를 유지함으로써 로드 분산(load balance), 내고장성(fault-tolerance)을 제공한다. 로드 분산은 다중 경로를 통해 데이터를 분산함으로써 혼잡이나 병목현상을 줄일 수 있다. 내고장성 측면에서 다중 경로 라우팅은 경로의 탄력성을 제공할 수 있다. 다중 경로의 유지를 위해 각 목적지에 해당하는 라우팅 경로들은 해당 홉 카운트를 가진 다음 홉들의 리스트를 포함하게 된다. 다음 홉들은 같은 일련번호를 가지게 된다. 각 목적지에 대해 노드들은 모든 경로의 최대 홉 카운트로 정의된 홉 카운트를 유지한다. 이것은 목적지를 찾기 위한 경로 탐색 메시지에 사용된다. 경로내의 루프를 방지하기 위해 노드는 목적지에 대한 전송된 홉 카운트보다 적은 홉을 가지고 있는 경우에만 목적지에 대한 경로로 인정한다. 전송된 홉 카운트가 현재보다 큰 일련번호를 가진다면 다음 홉 리스트와 전송된 홉 카운트는 재초기화된다.

III. 데이터 전송 QoS를 위한 라우팅 기법

AOMDV는 홉 수로 가장 빠른 응답을 보내는 경로를 라우팅 경로로 결정하지만, 경로에 이동성이 많은 노드를 포함할 경우 비효율적으로 라우팅 경로 재설정을 해야 하므로 애드-혹 네트워크의 오버헤드가 발생하게 된다.

본 논문에서 제안기법은 AOMDV를 기반으로 동작하며, GPS정보를 통해 이동성이 적은 노드를 연결노드로 선택함으로써 데이터의 전송률을 높이는 라우팅 기법이다. 본 절에서는 제안기법의 동작, 프로토콜의 구조, 그리고 경로의 선택방법과 유지방법에 대해서 기술한다.

3.1 경로설정

제안기법은 안정적인 라우팅 경로를 선택하는 것을 주요 목표로 하기 때문에 최단경로 선택을 목적으로 하는 AOMDV와는 동작구조가 다르다. 노드의 이동성 확률계산과 동작 메커니즘 기술을 위해 다음과 같은 가정을 한다.

첫째, 라우팅 경로 탐색기법은 보조경로를 위해 AOMDV를 기반으로 동작하며, 각 노드는 UID(Unique Identifier) 정보를 갖는다. 둘째, 네트워크의 구성 노드들 사이에는 연결링크가 존재하면 링크들은 양방향 통신이 가능하다. 마지막으로 각 노드들은 GPS 정보의 수신으로 자신의 위치정보를 확인할 수 있으며 속도와 방향은 일정하다.

이와 같은 가정을 기반으로 본 논문의 제안하는 라우팅 기법은 기존의 라우팅 프로토콜보다 데이터의 전송률을 높일 수 있다.

3.1.1 경로 설정 방법

제안 라우팅 기법의 경로설정은 역 경로와 순 경로 설정으로 나눌 수 있으며, RREQ(Route Request) 패킷에 의한 역 경로 설정은 AOMDV와 동일하다. 우선 각 노드는 GPS를 통해 얻은 위치정보로 자신의 앞으로의 좌표를 계산한 후 다음 위치정보를 유지한다. 다음 위치정보를 보유하고 있는 상태에서 통신을 원하는 출발지 노드가 RREQ 패킷을 브로드캐스트하면, 중간노드는 역 경로를 설정하고 전달해 목적지 노드까지 도착한다. 기본동작

방식은 AOMDV와 기법이 동일하지만 RREQ 패킷에 노드의 위치정보와 전송범위를 확장필드에 추가하여 보낸다. RREQ 패킷의 동작은 그림 2와 같다.

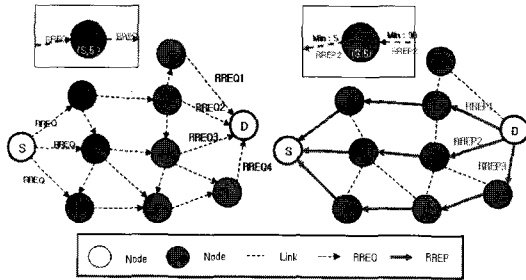


그림 2. RREQ 패킷과 RREP 패킷의 동작구조
Fig. 2 Action of RREQ packet and RREP packet

목적지 노드가 RREQ 패킷을 수신하면, 자신의 라우팅 테이블에 RREQ 패킷에서 얻은 정보를 이용하여 경로를 저장하고 순 경로 설정 단계를 진행한다. 먼저 목적지 노드는 Min_Eff_time 값에 목적지 노드가 계산한 경로 유효시간 중에서 RREP(Route Reply) 패킷을 수신할 노드의 값으로 저장한 RREP 패킷을 RREQ 패킷을 보낸 노드에게 전달한다. 즉, 경로 내의 노드들의 노드 간 경로 유효시간 중에서 가장 작은 값을 Min_Eff_time 값으로 설정하는 것이다. RREP 패킷을 받은 중간 노드는 AOMDV와 동일하게 자신의 순 경로 라우팅 테이블에 경로를 저장하고, 포워딩을 한다. 하지만 그 전에, 중간 노드는 RREP 패킷의 Min_Eff_time 값을 자신의 라우팅 테이블에 존재하는 역 경로의 노드와의 최대 경로 유효시간과 비교하여 작은 값으로 수정한다.

3.1.2 각 노드의 좌표 계산

각 노드는 자신의 위치 정보(좌표, 속도, 방향)를 GPS를 통해 지속적으로 수신하여 알 수 있다. 현재 보유 중인 노드의 위치 정보를 기반으로 다음에 이동할 좌표는 (식 1)과 같이 구한다.

$$\begin{aligned} x1 &= x0 + (H \times \cos(\text{Angle})) \\ y1 &= y0 + (H \times \sin(\text{Angle})) \end{aligned} \quad (\text{식 1})$$

GPS에서 얻은 속도의 단위는 초당 이동하는 거리가

기 때문에 각 노드는 자신이 다음에 이동할 좌표를 구할 수 있다. 현재 좌표 $p0(x0, y0)$ 와 속도 H , 방향 값인 Angle로 삼각함수를 사용하여 다음 좌표인 $p1(x1, y1)$ 을 유도할 수 있다. 이렇게 자신의 진행 좌표를 구해서 RREQ 패킷에 현재 좌표, 다음 진행 좌표, 그리고 노드의 전송범위를 추가하여 이웃 노드에게 보내게 된다.

3.1.3 경로유효시간

각 노드들은 이동을 하기 때문에 데이터 패킷을 전송할 수 있는 전송범위를 벗어날 수 있다. 본 논문에서 사용하는 경로유효시간(RET: Route Effective Time)은 두 노드가 서로의 전송범위에서 벗어나기까지의 시간을 구한다. 만약 경로유효시간 값이 크다면, 두 노드는 이동이 거의 없거나, 비슷한 방향으로 이동한다는 것이고, 작다면 어느 한 노드가 이동이 많거나 두 노드가 진행하는 방향이 거의 반대방향이라고 볼 수 있다. 때문에 경로유효시간이 큰 경로를 선택함으로써 경로의 안정성을 보장할 수 있다.

중간 노드 또는 목적지 노드는 수신된 RREQ 패킷에서 얻은 이전 노드의 위치정보와 전송범위로 두 노드간의 거리를 계산할 수 있다. 노드 a와 노드 b 사이의 거리는 (식 2)와 같이 구한다.

$$D0_{ab} = \sqrt{(|X0_a - X0_b|)^2 + (|Y0_a - Y0_b|)^2} \quad (\text{식 2})$$

$X0_a$ 는 노드 a의 X축 값이고 $Y0_a$ 는 노드 a의 Y축 값이다. 노드 a와 노드 b의 현재 거리를 계산한 후에 다음 진행 좌표에 대한 거리를 (식 2)를 기반으로 구한다. 두 노드의 현재 거리 $D0_{ab}$ 와 다음에 진행 후 노드간의 거리 $D1_{ab}$ 의 차는 초당 두 노드의 거리의 증가 값(ID_{ab})이 된다. 노드 a가 노드 b에게 전송할 수 있는 시간은 (식 3)과 같이 구한다.

$$RET_a = (R_a - D0_{ab}) / ID_{ab} \quad (\text{식 3})$$

노드 a의 전송범위인 R_a 에서 노드 a와 노드 b의 거리를 빼면 현재 노드 a의 전송범위에서 노드 b가 벗어날 때까지의 거리를 구할 수 있다. 전송범위에서 남은 거리를 두 노드의 초당 증가 값으로 나누면 노드 b가 노드 a의 전

송범위에서 벗어날 때까지의 시간을 구할 수 있다. 노드 a와 노드 b의 경로유효시간은 두 노드가 서로의 전송범위에서 벗어나는 시간을 뜻한다. 데이터 패킷을 전송할 때 전송의 신뢰성을 판단하기 위해서 ACK 패킷을 돌려받기 때문에 송신측 기준의 유효시간 뿐만 아니라 역방향의 유효시간을 구해야 한다. 이러한 작업을 반대로 노드 b의 전송범위에서 노드 a가 벗어날 수 있는 시간을 구하기 위해서는 (식 3)에서 전송범위를 노드 b의 전송범위로 변경해서 구할 수 있다.

노드 a와 노드 b의 경로유효시간은 앞에서 구한 두 노드간의 유효시간 중에서 작은 값을 두 노드의 경로유효시간으로 정해야 한다. 두 노드간의 경로유효시간은 (식 4)와 같이 구할 수 있다.

$$RET_{ab} = \text{Min} (RET_a, RET_b) \quad (\text{식 4})$$

이렇게 구한 두 노드의 경로유효시간은 노드 b의 라우팅테이블에 저장한다. 저장하는 형식은 (송신 노드, 경로유효시간)과 같이 저장을 한다. 노드 b는 노드 a 뿐만 아니라 다른 노드의 이웃 노드가 될 수도 있기 때문이다.

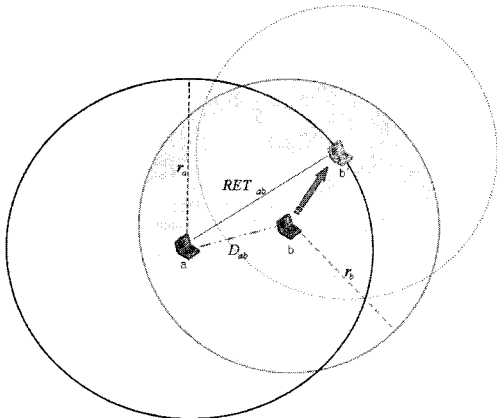


그림 3. 노드 간의 계산
Fig. 3 Calculation of between the nodes

3.1.4 경로선택

본 연구에서는 노드가 이동하는 환경에서 데이터의 전송률을 높이기 위해 경로의 최소유효시간을 갖는 라우팅테이블을 갖는다. 다중경로의 개수는 2.3에서 설명

한 AOMDV 저자의 실험을 바탕으로 총 3개의 경로를 갖는다[5]. 목적지 노드에서 결정된 경로정보와 경로의 유효시간을 포함한 RREP 패킷을 출발지 노드로 보내고 RREP 패킷을 수신하는 중간 노드는 목적지 노드까지의 경로유효시간을 확인한다. 다중경로 발견과정 절차가 끝나 경로가 확정된 후 전송하고자하는 데이터의 특성에 따라 적합한 경로를 선택한다.

제안기법을 위한 라우팅 테이블은 AOMDV 라우팅 테이블 엔트리에 RET(경로유효시간)를 추가함으로써 적절한 경로를 선택할 수 있도록 하였다. 그림 4 제안기법의 라우팅 테이블 엔트리의 구조를 보이고 있다.

AOMDV와 제안기법의 구조적인 차이는 Route list 필드이다. Route Effective Time 필드의 정보는 각 경로에서 노드간의 경로유효시간 중 최소값으로 해당경로의 유효시간이라고 볼 수 있다.

Destination	Nexthop ₁ , hopcount ₁ , firsthop ₁ , Route Effective Time ₁ Nexthop ₂ , hopcount ₂ , firsthop ₂ , Route Effective Time ₂ . . .
Sequence Number	
Advertosed hop count	
Route list	
Expiration time_out	

그림 4. 라우팅 테이블의 구조
Fig. 4 Structure of Routing table

스트리밍 데이터와 같이 지속적인 전송을 요구하는 데이터의 경우 라우팅 테이블에서 Route Effective Time 필드의 값이 가장 큰 경로로 선택하여 경로를 선택한다. 이와 반대로 전송량이 작고 빠른 전송을 요구하는 데이터의 경우 라우팅 테이블에서 hopcount 필드 값이 가장 적은 경로를 선택하면 빠르게 전송이 가능하다. 만약 hopcount 필드의 값이 같다면 Route Effective Time 필드의 값이 큰 경로를 선택하여 최단경로 중에서도 안정적인 경로를 선택한다.

3.2 경로 유지

제안 기법의 경로 유지 방법은 AOMDV의 기법을 그대로 사용하지만 추가로 경로의 안정성을 고려하기 위해 노드 이동성에 기반을 둔 여러 패킷 전송 기법을 추가하였다.

기존의 AOMDV에서는 노드가 경로를 사용할 수 없

을 경우에만 에러 패킷인 RERR(Route Error) 패킷을 이웃 노드들에게 전달하였지만, 경로의 안정성 관점에서 볼 경우 경로의 중간 노드가 자신의 경로유효시간을 계속해서 체크하다가 자신의 경로유효시간이 임박하였고 판단되었을 때 라우팅 테이블에 저장된 역 경로, 순 경로를 따라 네트워크에 RERR 패킷을 전송한다.

각 노드의 경로유효시간에 따라 RERR 패킷을 발생시켜 링크의 사용불가를 관련 노드에게 전달하여 경로를 관리함으로써 데이터를 전송할 노드는 마찬가지로 불필요한 경로 탐색을 반복하지 않아도 된다. 각 노드의 경로유효시간에 따른 RERR 패킷을 발생하는 조건은 자신의 경로유효시간에서 일정한 임계시간이다. 임계시간은 선택된 경로가 데이터를 전송하는 중 경로가 단절되는 시간을 예측하여 대체경로로 전환을 하기 위한 시간이다. 본 논문에서는 임계시간인 T_{rep} 를 (식 5)와 같이 구할 수 있다.

$$T_{rep} = T_{tot} + T_{source} + 2 \tag{식 5}$$

T_{tot} 는 전체 경로를 재설정하는 시간을 의미한다. T_{source} 는 현재 노드에서부터 출발지 노드까지의 데이터 전송시간을 의미하며, T_{rep} 는 임계시간으로 선택된 경로에서 링크가 끊어지기 전에 경로를 재설정하는 시간이다. T_{source} 를 더하는 것은 RERR 패킷이 출발지 노드까지 전송되는 시간을 더해야하기 때문이다. (식 5)에서의 2는 AOMDV의 파라미터인 LOCAL_ADD_TTL 값을 더하여 경로의 재설정을 고려하기 위한 시간이다.

IV. 성능 평가

본 장에서는 제안 라우팅기법의 성능평가를 위해 NS-2를 이용한다. AOMDV의 시뮬레이션은 AOMDV 논문의 저자가 웹상에 공개한 소스를 사용하여 실험하였다.

4.1 실험평가 방법

제안 기법의 성능을 평가하기 위해서 모바일 노드는 CMU(Carnegie Mellon University)의 Monarch 연구그룹

에서 개발한 모델을 이용하여 표 1과 같이 설정하였다. 통신은 분포된 노드 중 임의로 두 개의 노드를 선정해 통신을 하는 방식을 사용하였다. 최대 경로 개수인 k, 즉 목적지 노드가 응답할 수 있는 최대 RREP 패킷의 개수는 3으로 설정하였다. 기존 논문이 실험을 바탕으로 k값을 3으로 설정하여 실험하였기 때문에 동등한 환경을 위해 본 논문의 실험에도 설정하였다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터 값
Table. 1 Parameters of Simulation

파라미터	값
시뮬레이션 공간	1000m X 1000m
RREQ 패킷 사이즈	64 bytes
RREP 패킷 사이즈	
RERR 패킷 사이즈	32 bytes
시뮬레이션 시간	100초

각각의 실험의 결과는 매 변화하는 환경마다 각각 10번씩 시뮬레이션을 수행하여 가장 큰 값과 가장 작은 값을 제외한 평균값을 사용하였다.

4.2 실험평가

본 논문에서는 성능 평가를 링크 오류(link failure)가 발생하는 횟수와 이동 노드의 평균속도의 증가에 따른 데이터 패킷 당 전송 지연시간이 기존의 방법들과 비교 평가한다.

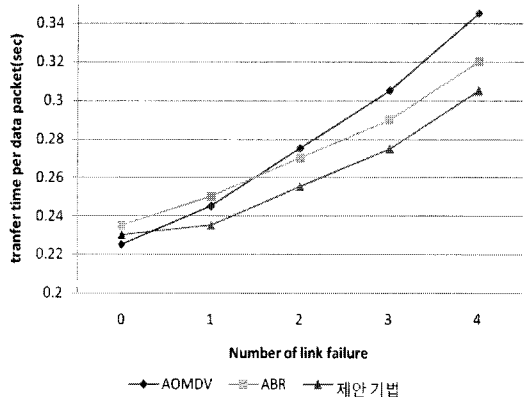


그림 5. 링크오류횟수에 대한 전송 지연시간
Fig. 5 Transfer delay time by Number of Link failure

그림 5는 링크 오류의 발생횟수가 변함에 따라 데이터 패킷 당 전송 지연시간이 어떻게 변하는지를 보여준다. 링크가 한 번도 발생하지 않은 상태에서는 세 개의 프로토콜에서 별 차이가 나타나지 않지만 링크 오류의 발생횟수가 증가함에 따라 데이터 패킷 당 전송 지연시간이 크게 차이가 나는 것을 알 수 있다. AOMDV와 ABR은 경로가 끊어졌을 경우 다시 경로를 재설정하는데 걸리는 시간이 제안 프로토콜보다 매우 크기 때문에 패킷 당 전송 지연시간이 그만큼 늦어진다. 처음에 링크 오류가 한 번도 발생하지 않았을 경우, AOMDV가 가장 낮은 전송 지연시간을 나타내는데, 그 이유는 처음 경로를 설정할 때 가장 짧은 경로를 이용하여 설정하므로 재설정이 한 번도 일어나지 않은 상태에서는 전송 속도가 가장 빠르기 때문이다.

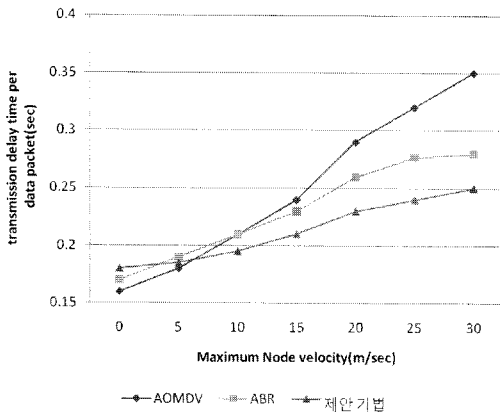


그림 6. 노드의 최대 속도에 따른 전송 지연시간
Fig. 6 Transfer delay time by Maximum node velocity

그림 6은 최대 노드 속도에 따른 전송 지연시간을 보여주고 있다. 노드 속도가 증가함에 따라 제안기법의 지연시간이 기존기법의 지연시간보다 작은 폭으로 증가함을 알 수 있다. 속도가 느린 환경에서는 전송 지연시간에 큰 영향을 주지 않는다. 노드의 이동성이 거의 없기 때문에 모든 경로가 에러가 발생하여 다시 경로 탐색을 해도 같은 노드들로 이루어진 경로를 검색할 확률이 높기 때문이다. 이런 경우에는 이동성을 고려해 경로를 선택해도 큰 효과를 보기 힘들다. 게다가 제안 기법은 AOMDV보다 출발지 노드와 목적지 노드 사이에 노드 수가 더 많을 가능성이 높기 때문에 더 많은 노드가 통신

에 참여할 수 있다. 하지만 속도가 증가하면 제안기법의 지연시간이 작음을 보여주고 있다. 특히 노드의 교체가 빈번한 최대 속도 30m/sec인 환경에서는 제안기법이 AOMDV보다 약 0.1sec의 지연시간이 단축되는 것을 볼 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 AOMDV에서 이웃노드와의 경로유효시간을 구하였다. 경로유효시간은 노드의 이동성을 고려하여 이웃노드가 전송범위에서 벗어날 때까지의 시간이다. 본 논문에서는 사용가능한 다중경로를 확보한 후 이를 동적으로 선택하는 기법을 제안하였다. 또한 각 노드의 경로유효시간이 임계시간에 다다랐을 경우 여러 패킷을 발생하여 안정성을 보장하는 기법을 도입하였다. 연구 결과 제안기법이 애드-혹 네트워크에서의 데이터 전송에 대한 성능에 중요한 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

NS-2를 이용한 실험을 통해 제안기법을 적용했을 때, 경로 설정하는 과정에서는 처리량이 많았었지만 데이터의 전송지연시간은 줄어들었다. 또한 링크에러가 발생 시 사전의 조치로 인하여 전체적인 처리량은 줄고 성능은 나아진 것을 알 수 있었다.

향후 연구과제로 본 논문에서 각 노드의 이동 속도와 이동방향이 임의적으로 변경되는 환경을 고려하는 연구가 추가적으로 진행될 필요가 있다. 또한 각 노드의 경로유효시간이 임계시간에 다다랐을 때 RERR 패킷이 발생하는 환경에 대한 좀 더 깊이 있는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Charles E. Perkins, "Mobile Ad Hoc Networking Terminology," Internet Draft, Nov 1998.
- [2] D.Johnson, C. Perkins, J. Arkko, Mobility Support in IPv6, RFC 3775, Jun 2004.
- [3] S. Corson, J. Macker. "Mobile ad hoc Networking (MANET)," Internet Draft RFC, Jan 1999.
- [4] C. Perkins and E. Royer, "Ad-hoc on-demand distance

vector routing,” In Pro. Of the 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing System and Applications, pp. 90-100, Feb 1999.

- [5] 김기일, 김상하, “MANET에서의 다중 경로 라우팅 프로토콜 연구 동향”, 정보통신연구진흥원 주간기술동향 1203호, Jun 2004
- [6] The networks simulator - ns-2. <http://www.isi.edu/nsnam/>.
- [7] C. K. Toh, “Associativity-Based Routing(ABR) for Ad Hoc Mobile Networks,” Wireless Personal Communications, Vol. 4, No. 2, pp.1-36, Mar 1999.

저자소개



차현종(Hyun Jong Cha)

2005년 광운대학교 컴퓨터소프트웨어학과 (공학사)
2008년 광운대학교 컴퓨터과학과 (공학석사)

2009년 ~ 현재 광운대학교 방위사업학과 석사과정
※관심분야: 정보보안, NCW, 국방아키텍처



양호경(Ho Kyung Yang)

2005년 광운대학교 컴퓨터소프트웨어학과(공학사)
2007년 광운대학교 컴퓨터과학과 (공학석사)

2008년 ~ 현재 광운대학교 방위사업학과 석사과정
※관심분야: IT 거버넌스, 정보보안, NCW



신호영(Hyo Young Shin)

1986년 광운대학교 전자계산학과 (이학사)
1988년 광운대학교 전자계산학과 (이학석사)

1998년 광운대학교 전자계산학과(이학박사)
1988년 ~ 1993년 LG 소프트웨어(주)
1994년 ~ 현재 경북대학 인터넷정보과 교수
※관심분야: 네트워크 보안, 멀티미디어 통신



조용건(Yong Gun Jo)

1982년 육군사관학교 전자공학과 (이학사)
1988년 국방대학원 전산학과 (공학석사)

1998년 KAIST 전산학과 (공학박사)
2007년 ~ 현재 광운대학교 방위사업학과 교수
※관심분야: NCW, 국방아키텍처, 정보보안



유황빈(Hwang Bin Ryo)

1975년 인하대학교 전자공학과 (공학사)
1977년 연세대학교 대학원 (공학석사)

1989년 경희대학교 대학원 (공학박사)
1981년~현재 광운대학교 컴퓨터소프트웨어학과 교수
※관심분야: 멀티미디어통신, 네트워크 보안, 무선네트워크 보안, 센서 네트워크 보안