
MANET에서 에너지 균등분배를 위해 전원상태를 고려한 AODV

송상복* · 이송희*

Power Dissipation Considered AODV for Fair Energy Distribution in MANET

Sang-bok Song* · Soong-hee Lee*

본 논문은 2005년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임

요 약

MANET(Mobile Ad-hoc NETWORK)의 표준 라우팅 프로토콜인 AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector)에서는 최단거리만이 고려되므로 중요한 위치에 있는 노드에 트래픽이 집중될 수 있다. 따라서 노드의 배터리가 급격히 소모 되어 네트워크 전체의 생존 시간이 줄어드는 문제가 발생 할 수 있다. 본 논문에서는 노드의 에너지 정보를 고려한 경로 변경이 가능한 AODV 라우팅 개선 방안을 제안하고 시뮬레이션을 통해 그 효과를 확인한다.

ABSTRACT

The standard routing protocol of MANET(Mobile Ad-hoc NETWORK), AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector), only considers the shortest path for routing, which may cause traffic concentration to a node at the critical path. Hence, the battery of the node will be dissipated rapidly to reduce the lifetime of the whole network. In this paper, power dissipation considered AODV is proposed for fair energy distribution in MANET, and verified using the computer simulation.

키워드

AODV, MANET, Ad-hoc, 에너지 균등분배, 애드혹 라우팅 프로토콜

I. 서론

애드혹(Ad-hoc)은 기반망의 도움 없이 단말과 단말 사이에 구성되는 임시 네트워크이다. 애드혹 네트워크는 당초 군사, 재난등의 특수한 상황에 맞추어 만들어졌지만, 무선통신의 확산과 유비쿼터스 환경 구축의 시작, 홈 네트워크, 센서 네트워크 등 미래 네트워크 환경을 구성하게 될 통신 기술들이 활용할 중요한 토폴로지로서 대

두되면서 다시금 그 역할을 재조명 받게 되었다.

IETF는 1997년 워킹그룹 MANET을 구성, 이동성을 고려한 애드혹 네트워크의 라우팅 프로토콜 표준화를 시작했고[1], 2005년 "RFC 3561"를 통해 AODV를 MANET 라우팅 프로토콜 표준으로 채택했다. 국내의 통신표준화 기관인 한국정보통신기술협회(TTA)에서도 2005년 12월 "TTAS.IF - RFC3561"로 AODV를 MANET의 표준 프로토콜로 선택했다[2].

요구기반(On-demand)의 라우팅 프로토콜인 AODV는 테이블 지향의 MANET 라우팅 프로토콜인 DSDV보다 이동성 있는 노드로 구성된 네트워크에서 더 나은 성능을 보인다[3].

하지만 기존의 AODV에는 해결해야 할 많은 문제점이 있다. 비단 AODV 뿐만 아니라 MANET 자체가 해결해야 하는 문제 중 하나가 바로 이동중인 노드의 전원 문제이다.

MANET은 이동성을 가진 단말들로 구성되고 그 성능의 차이는 있겠지만 모두 사용시간이 한정된 배터리를 주 전력 공급원으로 사용한다. 아무리 성능이 좋은 배터리라 하더라도 지속적으로 공급할 수 있는 유선 네트워크의 전력에 비하면 극히 제한된 자원이다. MANET에서 각 단말의 배터리 용량은 단말 자체의 생존 시간 이상의 더 중요한 의미를 가진다. 왜냐하면 단말이 슬레이브와 마스터의 역할을 모두 하는 MANET의 특성상 단말 하나가 동작을 멈추면 네트워크 전체의 성능에 영향을 미칠 수 있기 때문이다.

우리가 고려하고자 하는 AODV의 경우를 살펴보면, AODV가 추구하고 있는 최단거리 라우팅 방식에서 문제가 시작된다. 중요한 위치에 있는 노드로 트래픽이 집중되도록 만들어 해당 노드의 배터리 소모가 촉진된다. 특정 노드에 트래픽이 집중되면 그 노드의 배터리 소모로 인한 탈락으로 전체 네트워크의 동작까지 영향을 미칠 수 있다. 그것은 최선의 라우팅 방법이 아니라고 볼 수 있다. MANET에 있어서는 최단의 경로가 곧 최선의 경로라고 할 수는 없는 것이다.

따라서 전원 정보를 고려한 MANET 라우팅 프로토콜을 개발하기 위한 많은 노력이 있어 왔다 [6][7][8]. 하지만 많은 기존 연구에서는 전원 정보를 고려하여 에너지 소비 자체를 줄이고자 하는 노력을 기울이고 있는데 비해 본 논문은 ‘에너지 공평 소비’에 초점을 맞추고 그를 위해 AODV 라우팅 프로토콜에 새로운 네트워크 관리 메시지 추가 없이 전원정보를 전파하고, 그것을 바탕으로 경로를 변경하는 방법을 제안 하고 NS-II를 이용한 시뮬레이션을 통해 성능을 검증한다.

II. 기존 AODV의 문제점

그림 2-1에 간단한 애드혹 네트워크의 토폴로지를 나타내었다.

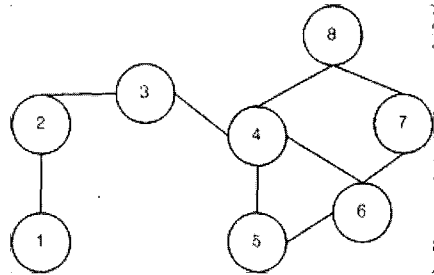


그림 2-1. 간단한 애드혹 네트워크 토폴로지
Fig. 2-1 Ad-hoc Network Topology

AODV에서는 RREP(Routing REply) 패킷을 먼저 보낸 노드를 경로로 설정 함으로써 최단거리를 확보한다. 같은 거리비용을 가졌다고 해도 RREP를 먼저 보낸 노드로 경로를 결정하며, AODV는 한번 결정된 경로를 임의로 변경하지 않는다.

그림 2-1의 애드혹 네트워크 토폴로지에서 1, 5, 6번 노드들로부터 노드 8로 향하는 전송경로를 다음과 같이 설정했다고 가정한다.

- [1에서 8로 가는 경로]: 1->2->3->4->8
- [5에서 8로 가는 경로]: 5->4->8
- [6에서 8로 가는 경로]: 6->4->8

이때 그림 2-1의 네트워크에서 노드 5,6,7,8번 입장에서 보았을 때, 4번 노드는 1, 2, 3번 노드로 구성되는 서브넷과 연결되어 있는 유일한 노드이다.

기존의 AODV에서 노드 5는 최단거리라는 이유로 4번을 8번으로 가는 중간노드로 선택할 것이며, 노드 6은 노드 7이라는 다른 최단 경로가 있는데도 노드 4가 먼저 RREP를 보내게 되므로 경로를 계속해서 노드 4로 유지하게 된다.

따라서 기존의 AODV에서는 노드 4에 집중되는 트래픽이 많아지게 되고 결국 노드 4의 생존시간이 줄어들게 되며, 결국 ‘서브넷 간의 단절’이라는 치명적인 결과를 초래하게 될 수 있다.

III. 해결 방안 제안

3.1. 노드의 전원정보 전파 방법

노드의 전원상태를 고려한 라우팅을 하기 위해서 가 장 먼저 선결되어야 하는 과제는 노드의 전원상태를 다 른 노드들에게 알리는 것이다. 노드들이 다른 노드들의 전원상태를 알아야 그것을 고려하여 경로를 변경해서 전원상태를 고려한 라우팅이 가능하다.

본 논문에서 제안하고자 하는 방안에서는 다른 노드 들에게 자신의 전원정보를 보내기 위해 AODV의 헬로 우 패킷(Hello Packet)을 이용한다. 헬로우 패킷은 원래 이웃노드들에게 자신이 존재함을 알리는 역할을 하는 패킷으로 기본적으로 1초에 한 번씩 방송(Broadcasting) 되며 노드들은 자신의 이웃노드 목록을 유지하고 있다 가 목록에 있는 노드가 일정 이상 헬로우 패킷을 보내오 지 않으면 해당 이웃노드가 단절되었다고 판단하게 된 다.

제시된 절차의 설명을 위해 실제적인 상황을 가정한 다. 대부분의 무선통신 기기는 자신의 배터리 상태를 백 분율로 표시하는 기능을 가지고 있다고 가정하고, 배터 리의 양을 총 대비 남은 양의 백분율로 계산해서 이웃에 전파한다. 배터리의 양을 숫자로 표시해서 보내면 너무 적은 배터리 양의 차이에도 경로를 변경하게 되어서 오 히려 오버헤드를 증가시키고 효율을 떨어트릴 수 있다. 대신 백분율로 배터리의 양을 판단하게 되면 소수점의 자릿수를 더 많이 고려해서 어느 정도로 세밀하게 배터 리의 양을 고려 할 지를 정할 수 있다.

또한, 헬로우 패킷에 자신의 전원 정보는 물론이고 경 로 변경을 위한 기초자료가 되는 이웃노드 목록도 같이 포함시켜 보낸다. 자신의 이웃노드 목록을 받은 다른 노 드들이 어떻게 경로를 변경하는지는 다음절에서 자세 히 다룰 것이다.

헬로우 패킷을 보내는 노드는 먼저 자신의 이웃노드 목록이 바뀌었는지를 검사하고 이웃 노드 목록이 바뀌 었다면 그것을 헬로우 패킷에 넣고 추가된 플래그에 체크를 해서 받은 노드가 즉시 처리 할 수 있도록 한다. 헬 로우 패킷을 받는 노드는 자신의 이웃 노드가 보내온 정 보를 갱신하고 이웃 노드의 배터리 상태가 변화했다면 더 좋은 배터리 상태를 가진 노드로 경로를 변경하기 위 한 경로를 재설정 한다.

그림 3-1은 제안하는 방식에서 헬로우 패킷의 송신 절 차를 나타낸 순서도이며, 그림 3-2는 변경된 헬로우 패킷의 수신 절차를 나타낸 순서도이다.

그림 3-1의 헬로우 패킷 송신절차에서는 먼저 헬로우 패킷을 보내기 전 절차를 실행할 조건이 되었는지를 검 사한다. 조건은 변동 될 수 있는데 본 논문에서는 25개 이상의 이웃노드가 존재하면 제안된 방식이 동작하지 않도록 제한하였다. 그 이유는 너무 많은 이웃노드가 존 재하면 헬로우 패킷의 크기가 커져 지나치게 네트워크 의 자원을 사용 할 수 있기 때문이다. 조건이 만족하지 않으면 평범한 헬로우 패킷을 송신하게 되고 조건이 만 족하면, 자신의 이웃노드 목록이 변경되었는지를 검사 하여 이웃노드 목록을 헬로우 패킷에 포함시킨다.

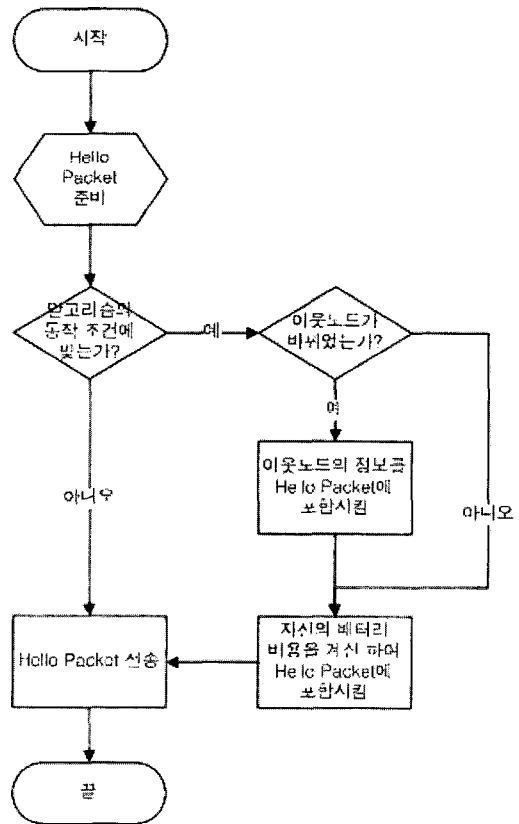


그림 3-1. 변경된 헬로우 패킷 송신 절차
Fig. 3-1 Flowchart - Changed Hello Packet transmission proceedings

이 과정은 오버헤드를 줄이기 위한 과정으로, 변경되지 않았다면 이웃노드 목록을 헬로우 패킷에 포함시키지 않는다. 마지막으로 자신의 배터리 잔여량을 백분율로 계산하여 헬로우 패킷에 포함시켜 방송 한다.

그림 3-2의 헬로우 패킷 수신절차는 먼저 헬로우 패킷을 수신하였을 때 헬로우 패킷을 보낸 노드가 이웃노드 목록에 있는지를 검사한다. 이웃노드 목록에 없다면 이웃노드 목록에 해당 노드를 등록하고 절차를 마친다. 헬로우 패킷에 이웃노드 정보가 담겨 있다면 이웃의 이웃

노드 리스트를 갱신한다. 이웃의 이웃 노드 리스트는 기존 노드의 이웃노드가 가지고 있는 이웃노드 목록이 들어있는 리스트이다. 기존의 헬로우 패킷 수신부와 마찬가지로 리스트의 유지 시간을 갱신한 후 제안된 헬로우 패킷 수신절차에서는 헬로우 패킷을 보낸 노드가 보내온 배터리 정보와 이웃노드 리스트에 있는 배터리 정보와 비교해 배터리 상태가 바뀌었다면 헬로우 패킷을 보낸 노드를 거쳐서 가게 되는 경로 중 더 나은 배터리 상태를 가진 노드로 갈 수 있는 노드를 찾아 경로를 변경할 수 있는 지를 검사하는 경로 변경 절차를 시작한다.

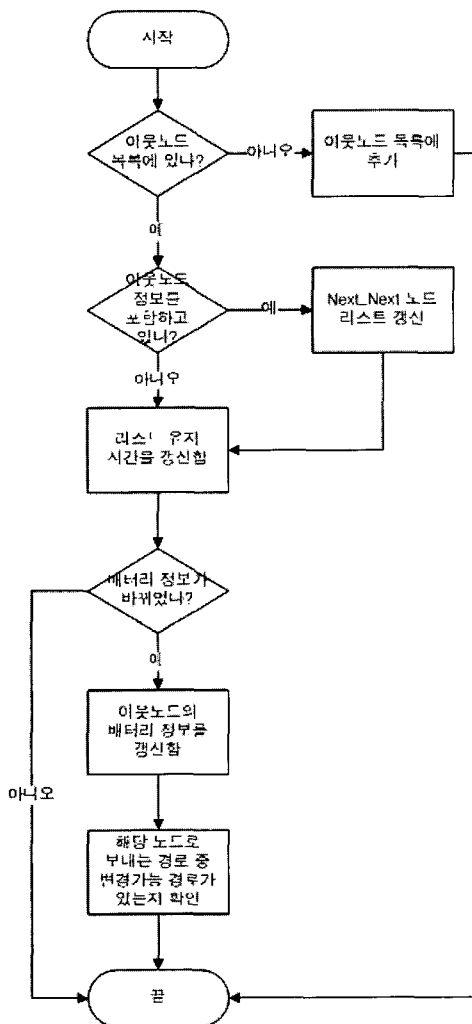


그림 3-2. 변경된 헬로우 패킷 수신 절차
Fig. 3-2 Flowchart - Changed Hello Packet reception proceedings

3.2. 경로변경 방법

본 논문에서 제안하는 경로변경 방법에서 추가적으로 활용하는 데이터는 어떤 경로를 이용하기 위해 직접적으로 전송하는 다음홉(Next hop)의 라우팅 테이블에 있는 다음홉의 정보이다. 즉, 기준노드의 입장에서는 다음 다음홉(Next Next hop)이다.

이때 경로 재설정 절차에서 다음홉이 그 다음홉을 이웃노드로 가지고 있는 이웃노드를 대체 경로로 활용할 수 있는 노드로 인식한다.

그림 3-3을 이용해 이 과정을 설명 한다.

소스노드(S)가 목적지노드(D)로 패킷을 보내야 한다고 가정한다. 이때 노드(S)는 경로 획득 절차를 이용해 경로를 획득할 것이다. 만약 RREP 메시지를 노드(1)이 먼저 보내오면 노드(S)는 노드(1)을 다음홉으로 라우팅 테이블에 표시하게 된다.

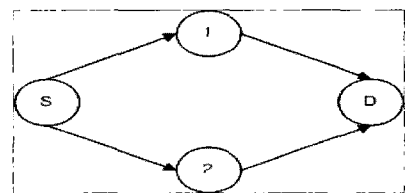


그림 3-3. 간단한 애드혹 네트워크
Fig. 3-3 Example - Ad-hoc Network

하지만 노드(D)를 이웃노드로 가진 노드(2) 또한 노드(S)가 노드(D)의 경로로 이용할 수 있는 중간노드이다.

위의 과정을 위해 필요한 정보중 하나는 소스노드의 이웃노드가 가지고 있는 이웃노드 목록이며 이는 헬로우 패킷 송수신부의 변경을 통해 확보한다. 그리고 나머지 하나는 소스노드의 다음홉이 사용하는 다음홉의 정

보인데, 이것은 RREP 패킷에 그 내용이 존재한다. 제안된 방법에서는 RREP 패킷의 다음홉 정보를 라우팅 테이블 엔트리에 하나의 요소를 추가해 저장함으로써 이 문제를 해결한다.

위에서 설명한 정보들을 이용한 경로 재설정 절차는 그림 3-4와 같은 순서로 진행된다.

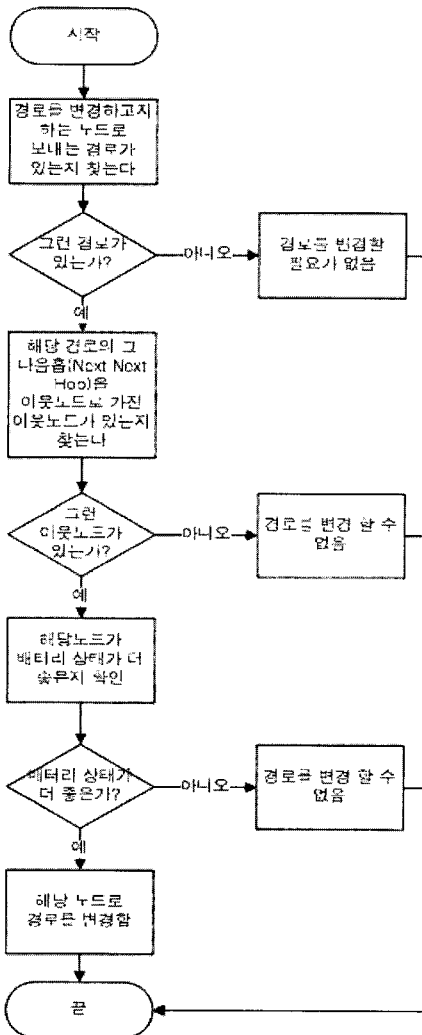


그림 3-4. 제안하는 경로 변경 방법
Fig. 3-4 Flowchart - Route change method to propose

경로 재설정 절차를 설명하면, 헬로우 패킷 수신부에서 경로 재설정 절차가 동작하게 되면 경로 재설정 절차는 해당 노드(헬로우 패킷을 보내왔고, 배터리 정보가 바뀐 노드)를 다음홉으로 포함하는 경로가 있는지를 라우팅 테이블에서 검사한다.

만약 그런 경로가 존재한다면 해당 경로의 다음홉이 보내는 다음홉을 이웃노드로 가지는 나의 이웃노드가 있는지를 검사한다. 다시 그런 이웃노드가 있다면 내가 보내는 다음홉의 배터리 상태보다 해당 이웃노드가 배터리 상태가 좋은지를 체크한다. 마지막으로 해당 이웃노드가 배터리 상태가 더 좋다면 라우팅 테이블의 다음홉(Next hop) 정보를 해당 이웃노드로 변경한다. 제안하는 경로 재설정 절차는 이런 작업을 반복해 모든 라우팅 테이블을 검사, 경로를 변경한다.

IV. 성능 분석

4.1. 성능 분석 방법

1) 시뮬레이션 환경

제안된 경로 재설정 방법에 의해 개선된 AODV 방식을 애드혹 네트워크에 적용하였을때, 기대하고 있는 효과가 나타날 것인지 확인이 필요하며, 이를 위해 본 논문에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 이를 확인 하고자 한다.

시뮬레이터는 MANET의 성능분석을 위해 널리 사용되는 NS-III[14]를 사용했다.

2) 시뮬레이션 시나리오

그림 4-1에 나타낸 시뮬레이션 화면에서 보듯이 시뮬레이션 대상이 되는 네트워크 토폴로지는 메쉬 네트워크

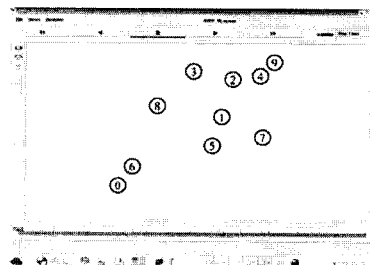


그림 4-1. 시뮬레이션 화면
Fig. 4-1 Simulation Example

크로 구성하였으며 실제상황에 근접 할 수 있게 임의적으로(Random) 구성된다.

시나리오는 2가지 경우를 가정했다. 시나리오 1에서는 무이동성 네트워크에서, 지수형 트래픽 1개를 인가하여 시뮬레이션을 수행하였으며 시나리오 2에서는 이동성과 랜덤한 3개의 트래픽(CMU Random Traffic - CBR Traffic 사용)을 인가하여 시뮬레이션을 수행하였다.

4.2. 성능 분석 결과

1) 시나리오1

시나리오1은 이동성이 없는 네트워크에 지수형 트래픽을 100kbps~500kbps로 100kbps씩 늘리며 1개 인가하여 실험하였고 총 5회의 실험을 통한 결과를 평균 내어 모든 결과를 구하였다. 또한 시뮬레이션 수행시간은 총 200초였으며 성능분석편에서 사용한 시뮬레이션 파라미터는 표 4-1과 같다.

표 4-1. 시뮬레이션 파라미터
Table. 4-1 Simulation Parameter

Channel type	WirelessChannel
Radio-propagation	TwoRayGround
Network Interface	WirelessPhy
MAC	802.11
Queue type	DropTail/PriQueue
Link Layer Type	LL
Antenna	OmniAntenna
Node	10
Topology Size	250*250

시나리오1에서 시뮬레이션을 수행하여 얻어진 평균 처리률은 그림 4-2에, 평균 전송지연은 그림 4-3에 나타내었다.

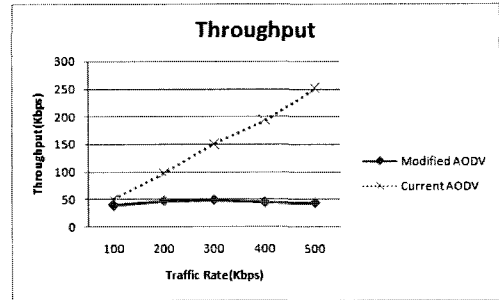


그림 4-2. 시나리오1의 평균 처리률
Fig. 4-2 Scenario 1 - Average Throughput

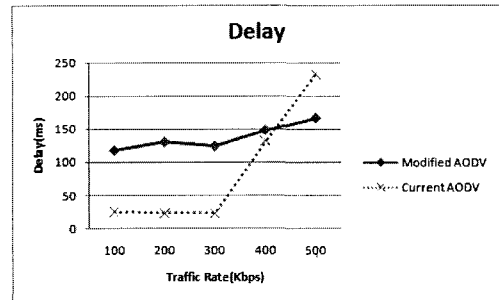


그림 4-3. 시나리오1의 평균 전송지연
Fig. 4-3 Scenario 1 - Average delay

제안된 방식은 그림 4-2에서 확인할 수 있듯 이동성이 없는 경우 기존의 AODV에 비해 트래픽의 크기가 커져도 일정 이상의 트래픽을 처리하지 못하며 매우 저조한 성능을 나타냈다. 다만 그림 4-3에서 볼 수 있듯 기존의 AODV는 낮은 트래픽에서는 계속해서 전송지연이 적다가 트래픽이 높아지자 급격히 전송지연이 상승하는데 비해 제안된 방식은 변화 정도가 덜 하였다.

그림 4-4는 시나리오1의 시뮬레이션 수행결과 각 노드가 처리한 트래픽 비율의 평균을 구해서 가장 많은 트래픽을 처리한 노드의 트래픽 처리률을 1번, 가장 적은 트래픽을 처리한 노드의 트래픽 처리률을 10번으로 하여 나타낸 그래프이다.

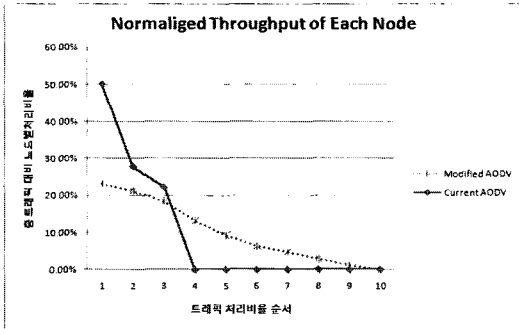


그림 4-4. 시나리오1의 노드별 트래픽 처리비율
Fig. 4-4 Scenario 1 - Normalized Throughput of Each Node

기존의 AODV는 3개의 노드가 거의 모든 트래픽을 처리했으며 가장 많은 트래픽을 처리한 노드에는 50%에 육박하는 트래픽이 집중되었다. 그에 비해 제안된 방식을 사용한 경우 트래픽은 비교적 균등하게 분배되었고 가장 많은 트래픽이 집중된 노드 또한 25% 이하의 처리율을 보여 더 나은 트래픽 분산 효과를 보여주었다.

시나리오 1의 수행 결과, 제안된 방식은 이동성이 없는 네트워크에서는 성능의 저하가 극심하게 발생하였으며 그것은 제안된 방식의 잦은 경로 변경이 전혀 경로를 변경하지 않는 기존의 AODV에 비해 네트워크의 성능에 큰 영향을 미치기 때문으로 분석된다. 다만 이동성이 없는 경우 제안된 방식은 트래픽의 분산을 통한 에너지 공평 소비 측면에서 더 나은 트래픽 분산 능력을 보여주었다.

2) 시나리오2

시나리오2에서는 네트워크의 크기를 줄이고 각 노드에 이동성을 부여했다. 노드의 이동성은 CMU(Central Michigan University)의 랜덤 이동성 부여 유틸리티를 사용하여 생성했으며, 트래픽 또한 CMU의 랜덤 트래픽 발생기를 사용하여 CBR 트래픽 3개를 인가하였고, 총 5개 번의 트래픽 간격 변경을 통해 실험을 실시하였다. 같은 트래픽 간격의 실험을 총 5회 실시하여 그 평균값을 구하였다. 시뮬레이션 파라미터는 표 4-1과 동일하며 네트워크의 크기만 250*250에서 200*200으로 변동하였다.

그림 4-5는 시나리오2의 평균 전송률, 그림 4-6는 시나리오2의 평균 전송지연을 나타낸다.

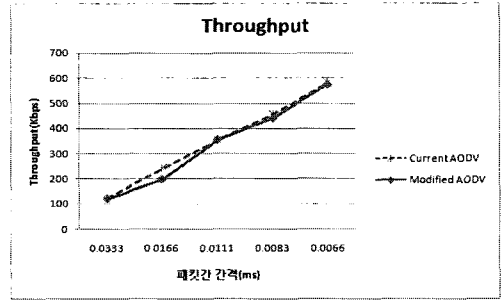


그림 4-5. 시나리오2의 평균 처리률
Fig. 4-5 Scenario 2 - Average Throughput

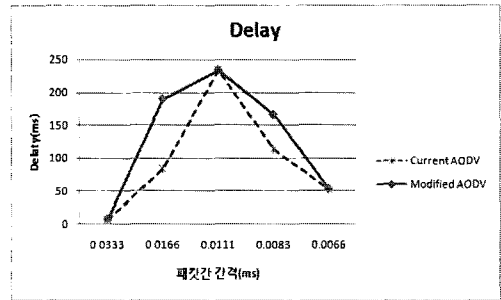


그림 4-6. 시나리오2의 평균 전송지연
Fig. 4-6 Scenario 2 - Average delay

그림 4-5를 보면 시나리오1과는 다르게 이동성이 있는 네트워크 환경에서 제안된 방식은 기존의 방식과 거의 같은 전송률을 나타내고 있다. 그림 4-6의 평균 전송지연 또한 3개의 값은 거의 같고 평균적으로도 큰 차이를 보이지 않아 전체적으로 시나리오1에 비해 더 나은 성능을 보이고 있다.

기존의 AODV를 적용한 경우에는 이동성이 부여되어 경로 변경이 필요해지자 경로 변경을 하지 않았을 때보다 성능이 저하되었고, 제안된 방식은 기존의 방식에 비해 약간의 전송지연이 더 발생할 뿐 성능 저하가 거의 발생하지 않았다.

그림 4-7은 시나리오2의 시뮬레이션 수행결과 각 노드가 처리한 트래픽 비율의 평균을 구해서 가장 많은 트래픽을 처리한 노드의 트래픽 처리율을 1번, 가장 적은 트래픽을 처리한 노드의 트래픽 처리율을 10번으로 하여 나타낸 그래프이다.

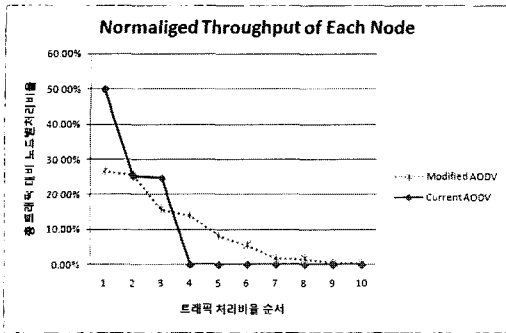


그림 4-7. 시나리오2의 노드별 트래픽 처리비율
Fig. 4-7 Scenario 2 - Normalized Throughput of Each Node

그림 4-7을 보면 제안된 방식이 기존의 방식에 비해 트래픽 처리비율을 분산 시키는 효과를 가지고 있음을 잘 알 수 있다. 기존의 방식은 최고 많은 트래픽을 처리한 노드가 총 50%에 가까운 처리율을 보이고 있으며 3개의 노드가 거의 모든 트래픽을 처리하고 있는데 비해 제안된 방식을 사용한 경우 가장 많은 트래픽을 처리한 노드가 28% 정도의 처리율을 보이고 나머지 노드들도 트래픽을 분산하여 처리하고 있음을 알 수 있다.

V. 결론

서론에서도 언급하였듯이, 이동중인 노드의 전원문제는 이동성을 가지는 네트워크에서 가장 중요한 문제 중 하나이다. 전원 소모 자체를 줄이는 것도 중요하지만, 여러 특수한 상황과 배터리의 재보급이 용의치 않은 환경을 가정해 노드 하나하나가 모두 라우터와 같은 역할을 하고 있는 MANET에서 각 노드의 생존은 곧 네트워크의 생존시간과 직결되는 문제이다.

본 논문에서는 이러한 MANET의 문제점을 해결하기 위해 가장 대표적인 MANET 라우팅 프로토콜인 AODV를 개선하여 트래픽이 특정 노드에 집중되어 네트워크 전체의 성능을 저하시키는 문제를 개선할 하나의 대안을 제시하고 시뮬레이션을 통해 기존의 AODV와 비교하였다.

성능 분석 결과 제안된 방법은 이동성이 없는 환경에서 성능적으로 비교적 취약한 면모를 보이나 실제 상황에 근접한 이동성을 부여한 환경에서는 큰 성능의 저하

없이 트래픽이 집중되는 노드에서 트래픽을 분산시켜 기존 AODV에 비해 노드별로 더 공평한 에너지가 소모되는 결과를 나타냈다.

MANET의 라우팅 프로토콜인 AODV는 이동을 고려하는 라우팅 프로토콜이므로 본 논문에서 제안하는 방식은 이동 애드혹 환경에서 배터리의 공평한 소비를 고려하는 AODV의 개선방안으로 제시 될 수 있을 것으로 본다.

본 연구는 노드의 에너지를 공평하게 소모하는 것에 집중하여 에너지의 소모를 최소화 하지는 못하였다. 에너지 소모 최소화는 MANET 라우팅 프로토콜의 중요한 요구사항으로서, 향후에는 에너지의 소모를 최소화 하면서 노드의 에너지를 공평하게 소모할 수 있는 방안을 더 연구해야 할 것이다. 또한 에너지의 균등분배를 위해 제안된 유사한 방식들과의 비교 연구도 필요하다.

참고문헌

- [1] IETF, "RFC 3561", IETF, 2005.
- [2] TTA, "TTAS.IF-RFC3561", TTA, 2005.
- [3] C.Siva Ram Murthy and B. S. Manoj, "Ad Hoc Wireless Networks Architectures and Protocols", Prentice Hall, 2003.
- [4] Charles E. Perkins, "Ad Hoc Networking", Addison Wesley, 2004.
- [5] 매튜 게스트 저/이승철 강민석 옮김, "802.11 무선 네트워크 구축 가이드", 한빛미디어, 2005.
- [6] Bulent Tavli and Wendy Heinzelman, "Mobile Ad Hoc Networks, Energy-Efficient Real-Time Data Communications", Springer, 2006.
- [7] Calafate C.T / Oliver J. / Cano J.C. / Manzoni P. / Malumbres M.P, "A distributed admission control system for MANET environments supporting multipath routing protocols", Microprocessors and microsystems, 31(4), p 236-251, 2007.
- [8] Paloheimo 외, "Energy-Aware Interoperability of Manet and 4g Ran Routing", Wireless personal communications, 37(3), p 291-303, 2006.

저자소개



송 상 복(Sang-bok Song)

2008. 2 인제대 정보통신공학과
공학사

2008. 3 인제대 정보통신공학과
석사과정

※관심분야: MANET, AAA



이 승 희(Soong-hee Lee)

1987. 2 경북대 전자공학과
공학사

1990. 2 경북대 전자공학과
공학석사

1995. 2 경북대 전자공학과 공학박사

1987~1997 한국전자통신연구소 선임연구원

1997~현재 인제대학교 정보통신공학과 부교수

※관심분야: NGN, MANET, AAA, OBS