

무선 이동 애드 혹 네트워크에서 트래픽 부하를 고려한 리액티브 라우팅 기술

(Traffic Load-aware Reactive Routing Scheme in Wireless Mobile Ad hoc Network)

고성원*

(Sung-Won Ko)

요 약

이동 애드 혹 네트워크(mobile ad hoc network)에서 적용되는 대부분의 라우팅 기술은 트래픽 부하를 고려하지 않아 네트워크 혼잡을 야기한다. 또한 이로 인해 트래픽 전송 성능을 저하시키고 네트워크 구성 노드들의 생존시간을 감소시킨다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 모바일 애드 혹 네트워크에서 각 노드의 트래픽 상황을 고려한 리액티브(reactive) 경로 설정 기법을 제안한다. 제안하는 방안은 라우팅 경로 탐색 과정에서 노드의 트래픽 상황을 추정하여 과도한 트래픽이 집중될 경우 해당 노드를 중간 노드로 하는 라우팅 경로 생성을 억제한다. 특히 각 노드 단위로 신규 경로 설정 절차를 수행하기 때문에, 네트워크 전반에 걸친 트래픽 상황을 수집할 필요가 없다. 모의시험을 통해 제안하는 방안이 네트워크 전반에 트래픽을 잘 분산시키고 성능을 향상시키는 것을 보인다.

Abstract

The lack of load-balancing functionality in most existing ad hoc routing protocols often causes congestion resulting in bad performance and short lifetime of participating nodes. We present an auxiliary scheme for reactive routing protocols to discover an unloaded route, thereby decreasing possibility of congestion. The scheme allows an intermediate node to determine whether to be a relaying node for a newly constructed route autonomously based on the occupancy of its queue. Thus the scheme does not require network-wide load information. Simulation results show that the proposed scheme distributes traffic load well.

Key Words : Ad hoc network, Load-aware Scheme, Reactive, Routing

1. 서 론

MANET(Mobile Ad Hoc Network)은 AP (Access Point)나 BS(Base Station)등과 같은 기반 구조(infrastructure)에 의존하지 않고 무선 이동 노드들이 협업하여 자가 구성(self-configured)할 수 있는 네트워크이다. 초기에는 군사 작전이나 재난 등의

* 주저자 : 김포대학 인터넷정보과 조교수
Tel : 031-999-4154, Fax : 031-999-4754
E-mail : swko@kimpo.ac.kr
접수일자 : 2007년 4월 25일
1차심사 : 2007년 5월 1일
심사완료 : 2007년 5월 14일

특수한 상황에서도 네트워크를 지원해주기 위한 대처 방안으로 연구되었지만, 최근 보다 일반적인 목적을 갖는 응용으로 확산되고 있다. 특히 MANET은 기존의 인프라 기반 네트워크 보다 네트워크 구성 시 장소와 시간의 제약이 적다는 장점으로 인해 유비쿼터스 환경에 적합한 접속 기술로 인식되고 있다. 또한 MANET의 릴레이 기능은 기존에 구축되어 있는 WLAN이나 셀룰라 네트워크에 추가 인프라의 구축 없이도 통신영역을 확장할 수 있도록 해준다[1].

MANET에서 인프라의 도움 없이 데이터를 릴레이 해주기 위해서는 기존의 방안과는 다른 라우팅 프로토콜이 요구된다. 모바일 노드는 MANET으로의 자유로운 진입 및 탈퇴가 가능하며, 네트워크를 구성하는 노드들의 이동성으로 인해 토폴로지가 빈번히 변하고 구성 노드들의 에너지 효율 및 컴퓨팅 능력을 고려해야 하기 때문이다. 더욱이 네트워크의 규모가 커질수록 고려될 사항 역시 많아진다. 따라서 이러한 환경에 적합한 라우팅 프로토콜의 필요성이 대두되었고, 많은 라우팅 프로토콜이 제안되어 왔다[2].

기존에 제안되었던 MANET 라우팅은 크게 프로액티브(proactive), 리액티브(reactive) 그리고 이 두 가지 방안을 통합 적용한 하이브리드(hybrid) 방안으로 구분 된다[2]. 프로액티브 방식의 라우팅 프로토콜은 전체 네트워크의 토폴로지에 대한 최신의 정보를 유지하기 위해 주기적으로 라우팅 정보를 교환하는 반면에, 리액티브 방식은 필요할 때에만 목적지에 대한 라우팅 정보를 획득한다. 따라서 프로액티브 라우팅의 경우 네트워크의 규모가 커지거나 구성 단말이 증가할수록 모든 노드들이 유지해야 하는 라우팅 정보가 증가하게 된다. 리액티브 라우팅 방안들도 목적지까지의 경로를 찾기 위해 경로발견 메시지를 (i.e. RREQ) 네트워크 전체에 전파시켜야 하므로 확장성이 좋지 않다. 대표적인 리액티브 방식의 라우팅 프로토콜로는 AODV(Ad hoc On-demand Distance Vector)[3], DYMO(DYnamic MANET On-demand)[4] 등이 있고, 프로액티브 방식에는 OLSR(Optimized Link State Routing)[5] 등이 있다. 이러한 프로액티브와

리액티브 방안들의 단점을 상호 보완하여 통합 적용한 하이브리드 방안 이외에도, 지리 정보 시스템(GPS)을 이용한 위치 정보 기반 라우팅 기술 및 전력 인지형(power-aware) 기법 등 다양한 방법들이 제안되고 있다[6].

앞서 기술한 대부분의 MANET 라우팅 기술들은 각 노드가 처리하는 데이터 트래픽에 대해서는 크게 고려하지 않는다. 만약 각각의 노드가 처리하는 데이터 트래픽을 고려하여 라우팅 경로를 설정한다면 MANET전체의 트래픽을 분산시키는 효과를 얻을 수 있을 것이다. 전력 인지형 기법의 경우는 제한적인 트래픽 분산효과를 얻을 수 있다. 하지만 MANET에는 서로 다른 전력을 가지는 기기종의 다양한 모바일 노드가 참여할 수 있기 때문에 단순히 남아있는 전력량을 기준으로 해당 노드의 트래픽을 판단할 수 없다. 각각의 노드가 패킷(packet)을 전달하는데 소모하는 전력량이 다를 수 있다는 것 또한 이를 반증한다. 따라서 각 노드가 처리하는 데이터 트래픽을 고려하여 라우팅 경로를 설정하면, 보다 효과적으로 트래픽을 분산시킬 수 있을 것이다. 더욱이 이를 통해 각 노드가 패킷을 전송하기 위해 소모해야 할 전력량을 균형 있게 분배함으로써 전체 네트워크의 생존성을 높일 수 있다.

본 논문에서는 리액티브 라우팅 프로토콜의 경로 발견(route discovery) 과정에서 노드의 트래픽 상황을 고려하는 효과적인 경로 설정 기법을 제안한다. 제안하는 방안을 적용할 경우 라우팅 경로 탐색 과정에서 경로 상의 중간 노드들은 독립적으로 자신의 인터페이스 큐를 참조하여 네트워크의 트래픽 상황을 추정한다. 만약 자신의 트래픽 부하가 과도할 경우에는 신규 경로 설정에서 자신을 제외시킬 수 있도록 해주는 것으로 트래픽을 분산시키게 된다. 본 논문에서는 이를 지원하기 위해 필요한 기술적인 개요와 과부하 상태인 중간 노드들이 신규 경로 설정에서 자신을 제외시키기 위한 두 가지 방안을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안하는 방안을 설명하기 위해 필요한 관련연구 동향 및 제한사항을 살펴본다. 3장에서는 제안하는 방안의

개요 및 두 가지 적용 기술을 설명한다. 4장에서는 제안하는 기술을 평가하기 위해 모의 시험한 결과를 보이고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

본 장에서는 종래에 제안되어 있는 무선 애드 혹 라우팅 기술(특히 리액티브 라우팅 기술)들이 트래픽 부하를 고려하지 않고 경로를 설정하기 때문에 발생될 수 있는 문제점을 지적한다.

2.1 표기법(Notations)

본 논문에서 제안하는 라우팅 기술에서 트래픽 부하를 측정하기 위하여 AQM(Active Queue Management) 개념을 적용한다. 이를 위해 [7]에서 제안된 RED(Random Early Detection) 알고리즘의 매개변수 들을 사용한다. RED는 패킷 스위칭 네트워크에서 혼잡을 감지하기 위하여 고안되었다. 본 논문에서 사용한 매개변수 및 표기법은 다음과 같다. 여기서 N_i 는 i 번째 무선 노드를 의미한다.

cur^i_q : N_i 의 무선 인터페이스 큐에 현재 쌓여 있는 데이터의 양(현재의 큐 크기)

avg^i_q : N_i 의 무선 인터페이스 큐에 쌓여있는 데이터의 양의 평균값(평균 큐 크기)

min_{th} : 무선 인터페이스 큐의 최소 임계값

max_{th} : 무선 인터페이스 큐의 최대 임계값

P_d^i : N_i 에서 RREQ가 폐기될 확률

T_d^i : N_i 에서 RREQ를 지연시키기 위해 미리 정의되어 있는 지연 값

다음 그림 1과 Definition 1은 무선 이동 애드 혹 네트워크에서 리액티브 라우팅 기술을 적용하여 경로를 설정할 경우 발생할 수 있는 제한사항들을 설명하기 위해 구성한 네트워크 모델 및 정의를 나타낸다.

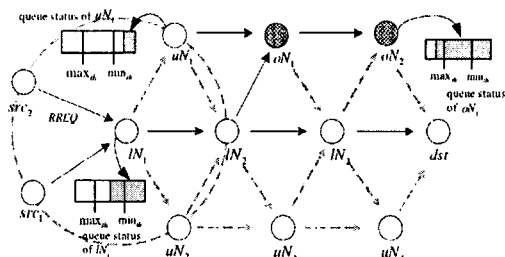


그림 1. 노드의 큐를 예시한 네트워크 모델
Fig. 1. Network model with Node Queue

Definition 1. 임의의 i 번째 경로 R_i 는 송신 노드에서 수신 노드까지 다중 홉으로 연결된 중간 노드들의 집합으로 정의된다. 여기서 두 개의 인접 노드들은 상호 송, 수신이 가능한 통신영역에 위치한다. 즉, R_i 는 송, 수신이 단일 홉으로 직접 연결될 수도 있고 혹은 다중 노드들의 연결로 구성되어 데이터 전달이 가능한 경로를 나타낸다. 경로 R_i 를 구성하는 중간 노드들은 인터페이스의 큐 상태에 따라 다음과 같이 정의된다.

oN_i : 과부하된 큐를 가진 노드 N_i , 즉, N_i 의 avg^i_q 는 max_{th} 보다 크다.

IN_i : 부하된 큐를 가진 노드 N_i , 즉, N_i 의 avg^i_q 는 max_{th} 보다 크고 min_{th} 보다 작다.

uN_i : 저부하된 큐를 가진 노드 N_i , 즉, N_i 의 avg^i_q 는 min_{th} 보다 작다.

2.2 문제제기

기존에 제안되어 있는 대부분의 리액티브 애드 혹 라우팅 기술은 송신에서 수신까지의 경로 설정 시 최소 홉을 주요 라우팅 메트릭으로 사용한다. 네트워크의 상황이나 트래픽 부하를 고려하지 않기 때문에 최단 경로로 설정되더라도 그 경로가 반드시 최적의 경로가 될 수는 없다. 그림 1에 예시한 것처럼 송신노드 src_1 에서 수신 노드 dst 까지 $\{src_1, IN_1, IN_2, IN_3, dst\}$ 경로가 설정되어 데이터가 전송되고 있더라도, 라우팅 기술이 트래픽 상황을

무선 이동 애드 옥 네트워크에서 트래픽 부하를 고려한 리액티브 라우팅 기술

고려하지 않고 최단 경로만을 선택하기 때문에 송신 노드 src_2 가 수신 노드 dst 로의 신규 경로를 설정할 경우 $(src_2, IN_1, IN_2, IN_3, dst)$ 이 최단 경로로 중복 설정된다. 이로 인해 네트워크에는 혼잡이 발생하고, 중간 노드들은 많은 데이터를 처리해야 하므로 자신의 에너지를 다른 노드들 보다 많이 사용하게 된다. 결국 데이터 경로상에 있는 노드들의 에너지 소모로 인해 네트워크의 경로가 끊어지는 경로 단절 현상도 생길 수 있다.

무선 애드 옥 네트워크를 구성하는 노드들은 이동성을 갖고 있다. 노드의 이동성으로 인해 라우팅 경로가 재설정되어야 하는 문제도 있지만, 경우에 따라 이러한 노드의 이동성은 트래픽을 분산 시키는 효과도 있다[8]. 다음 그림 2는 노드의 이동성과 트래픽 부하의 분산을 시뮬레이션을 통해 보인 결과이다.

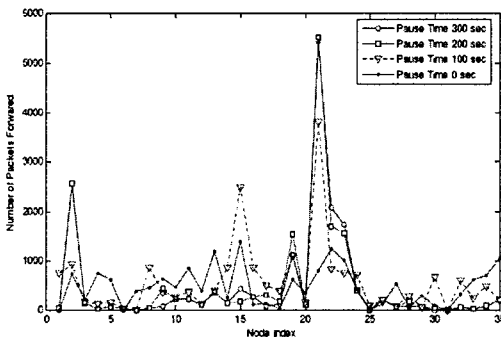


그림 2. 이동성에 따른 부하 분산을 보이기 위한 시뮬레이션 결과
Fig. 2. Load Distribution with node mobility

그림 2는 36개의 노드로 구성된 애드 옥 네트워크에서(800×800 영역에 균일하게 분산) 300초 동안 5개의 송신 노드들이 0.125초 단위로 512[byte]의 UDP 패킷을 전송할 경우, 네트워크를 구성하는 각 노드들이 데이터를 전송하는 양을 측정된 결과이다. 그림에 표시한 것처럼 노드의 이동성이 클수록 (pause time이 작을수록 이동성은 큼) 네트워크 구성 노드들이 분산되어 데이터를 전달하는 것을 확인할 수 있다. 그러나 이동성은 앞서 기술한 바와 같이 네트워크의 토폴로지를 빈번하게 변경시켜서 신규

경로 재설정을 위한 지연 및 라우팅 제어 메시지의 부하를 증가시키게 된다. 또한 예상이 불가능한 이동성을 기준으로 트래픽 부하를 분산시킬 수는 없다.

이러한 문제들을 해결하기 위해 다양한 트래픽 부하 기반의 라우팅 기술들이 제안되었다[9-11]. 제안된 기술들은 순수한 리액티브 라우팅 기술들 보다 네트워크에서 트래픽을 분산하여 혼잡을 줄이는 효과를 준다. 그러나 제안된 기술을 사용하여 경로를 설정하기 위해서는 수신 노드가 라우팅 경로를 선택하기 전에 경로 상에 위치한 모든 중간 노드들의 정보를 수집해야 하는 문제점이 있다. 즉 네트워크의 모든 노드들은 자신을 경유하는 트래픽 플로우 수나 자신의 인터페이스에 쌓여 있는 데이터의 양 등의 부가적인 정보를 경로설정 메시지에 포함하여 전달해 줘야 한다.

3. 제안 방안

본 논문에서 제안하는 “노드 독립적인 트래픽 부하 분산 라우팅 방안”인 LALB(Local Autonomy Load Balancing) 기술은 경로 상에 위치하는 모든 노드들이 독립적으로 경로 설정에 참여를 결정하도록 한다. LALB는 국제표준화 기구인 IETF의 MANET 그룹에서 표준화된 AODV 라우팅 프로토콜[3]이나 현재 표준화 진행 중인 DYMO 라우팅 프로토콜[4]을 확장하여 적용할 수 있다.

3.1 제안 알고리즘 개요

AODV나 DYMO의 경우 경로 설정은 송신이 데이터를 전송할 목적 노드를 찾기 위해 네트워크에 브로드캐스팅하는 경로 설정 메시지 RREQ(Route REQuest)로 시작된다. RREQ를 전달 받은 중간 노드들은 최종 목적지(혹은 경로를 아는 노드)까지 이 RREQ가 도착할 수 있도록 메시지를 전달해 주고 자신의 라우팅 테이블에는 송신 노드로 향하는 역 경로를 설정하게 된다. 최종 목적 노드는 RREQ를 받고 최단 경로를 설정하여 경로 설정 응답 메시지인 RREP(Route REPLY) 메시지를 유니캐스팅하는 방법론을 따르고 있다. 따라서 경로 설정 메시지만

RREQ를 전달 받은 중간 노드들이 자신의 인터페이스 큐 상태를 근거로 RREQ를 폐기하거나 지연시키는 것으로 신규 경로 설정에 참여할 수 있게 된다. 즉 자신의 인터페이스 큐가 일정 부분 이상 차있다면 (oN_i) 신규 경로 설정에서 자신의 참여를 거절할 수 있게 된다. 이를 통해 과부하 상태인 노드들을 우회할 수 있는 경로가 설정될 수 있고 네트워크 혼잡을 줄일 수 있다. 또한 트래픽의 균일한 분포를 통해 일부 혼잡 노드의 에너지 소갈 현상을 최소화하여 네트워크 전반의 수명을 늘릴 수 있게 된다.

LALB를 사용하는 노드들은 RREQ 메시지를 처리하기 위해 자신의 인터페이스 큐에 쌓이는 데이터 양의 평균값을 계산하게 된다. 큐의 평균값인 avg_q^i 의 계산 시 N_i 에 순간적으로 도착하는 트래픽의 몰림 현상을 허용할 수 있도록 다음 수식 (1)에 나타낸 것처럼 EWMA(Exponential Weighted Moving Average) 방안을 적용한다.

$$avg_q^i = (1 - w_q)avg_q^i + w_q cur_q^i \quad (1)$$

수식 (1)에서 w_q 는 EWMA의 저대역 필터 기증치 값을 나타낸다.

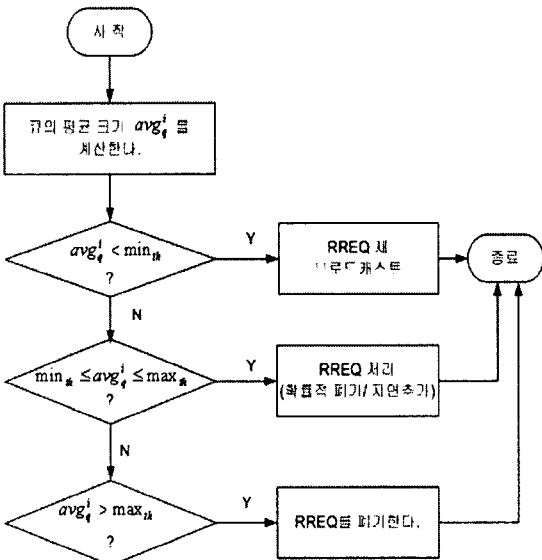


그림 3. RREQ 도착 시 기본 처리 방안
Fig. 3. Flow chart when RREQ arrives

제안하는 LALB에서는 AODV와 달리 중간 노드가 목적 노드의 경로를 알고 있어도 RREP를 보내주지 않도록 설정한다. 노드에 RREQ가 도착했을 때 자신의 인터페이스 큐의 상태를 기반으로 처리하는 과정은 그림 3에 주어진 순서도와 같다.

그림 3에 나타낸 것처럼 RREQ를 전달 받은 노드가 uN_i 인 경우는 AODV와 동일한 경로 설정 절차를 수행한다. 하지만 노드가 oN_i 의 조건에 있는 경우는 신규 경로 설정에 자신을 제외시키기 위해 RREQ 메시지를 폐기 시키고, IN_i 인 경우 RREQ는 폐기되거나 지연된다. 세부적인 사항은 다음 소절에 자세히 설명한다.

3.2 Scheme I : RREQ 폐기 방안

Scheme I과 다음 소절에서 설명하는 scheme II는 IN_i (즉, $\min_{th} \leq avg_q^i \leq \max_{th}$ 인 경우)에 도착한 RREQ를 다른 방안으로 처리한다. Scheme I의 경우에는 도착한 RREQ 메시지를 확률적인 방안으로 폐기시키는데 이 경우 적용되는 폐기 확률 P_d^i 는 다음 수식 (2)와 같이 계산된다.

$$P_d^i = \begin{cases} 0 & \text{if } avg_q^i < \min_{th}, \\ \frac{avg_q^i - \min_{th}}{\max_{th} - \min_{th}} & \text{if } \min_{th} \leq avg_q^i \leq \max_{th}, \\ 1 & \text{if } avg_q^i \geq \max_{th}. \end{cases} \quad (2)$$

수식 (2)에서처럼 노드의 인터페이스의 평균 큐 크기가 클수록, 즉 트래픽 양이 많을수록, RREQ 메시지가 폐기될 확률은 커진다. 각각의 중간 노드들은 자신의 큐 상태를 근거로 수식 (2)의 확률로 RREQ 메시지를 처리하게 된다. 따라서 RREQ 메시지가 전달되는 경로 R_j 의 모든 구성 노드가 IN_i 인 경우, R_j 가 신규 경로로 설정될 확률은 다음 수식 (3)과 같게 된다.

$$Prob[R_j \text{ to be built}] \leq \prod_{i=1}^{i=n-1} (1 - P_d^i) \quad (3)$$

이때 n 은 R_j 를 구성하는 중간 노드들의 수(hop

count와 같은 값)이다. 결과적으로, 확률적으로 폐기 되지 않은 RREQ 메시지가 최종 목적 노드에 도착한 경우에만 R_j 가 신규 경로가 될 수 있다.

3.3 Scheme II : RREQ 지연 방안

AODV와 DYMO 라우팅 프로토콜을 사용하는 경우, 최종 목적 노드는 최단 경로 설정을 위해 최소 홉을 경유한 RREQ 메시지에 RREP 메시지로 응답한다. 이를 구현할 경우 가장 간단한 방법은 처음 도착한 RREQ를 최소의 홉을 경유한 메시지로 간주하는 것이다. 혹은 최종 목적지에서 사전에 정의된 시간동안 도착하는 RREQ 메시지를 조사하여 최단 경로를 선택할 수도 있다. 이 경우 과부하 노드(N_i)로 구성된 경로를 신규 경로 설정에서 제외하여 트래픽 부하를 분산하기 위해서 취할 수 있는 간단한 방안은 N_i 에서 일정 시간동안 RREQ 메시지에 지연을 가하는 것이다. 즉 과부하된 노드들을 경유하여 최종 목적지에 도착된 RREQ 메시지는 그렇지 않은 경로를 통해 도착한 RREQ 메시지 보다 늦게 도착되어 경로 설정에서 제외되게 된다. 강제로 부가되는 지연 시간인 dT^i 는 다음 수식 (4)에 나타낸 것처럼 현재 인터페이스의 큐 상태에 따라 선형적으로 증가하게 된다.

$$dT^i = T_h^i \left(\frac{\text{avg}_q^i - \text{mim}_{th}}{\text{max}_{th} - \text{mim}_{th}} \right) \quad (4)$$

노드 N_i 에서 적용되는 T_h^i 의 값은 사전에 정의된 값을 사용하는데, 이웃 노드를 확인하기 위해 전달되는 Hello 메시지나 링크 상태를 측정하기 위해 전송되는 L2 프로브 메시지를 통해 계산되는 1 홉의 지연 값을 적용할 수 있다.

Scheme I 방안 대비 scheme II 방안의 단점은 신규 경로 설정에서 제외될 가능성이 높은 RREQ 메시지가 여전히 네트워크에 브로드캐스팅 된다는 점이다. 하지만 신규로 설정될 경로가 유일하거나 경로의 질을 고려하지 않고 반드시 경로가 설정되어야 하는 경우 등과 같이 네트워크 상황이나 응용의 다

양한 요구사항들을 고려할 경우 필요할 수도 있다.

4. 모의시험 결과

본 장에서는 제안하는 LALB 방안을 기본 라우팅 프로토콜인 AODV와 비교하여 모의시험 한 결과를 보인다. 이를 위해 QualNet 시뮬레이터[12]의 기본 AODV에 LALB 모듈을 추가 구현하였고, 제안하는 두 가지 방안을 비교하기 위해 LALB-S1(i.e. Scheme I)과 LALB-S2(i.e. Scheme II)의 기호를 사용한다. 모의시험을 위해 설정된 노드와 트래픽 전송 경로는 그림 4와 같다.

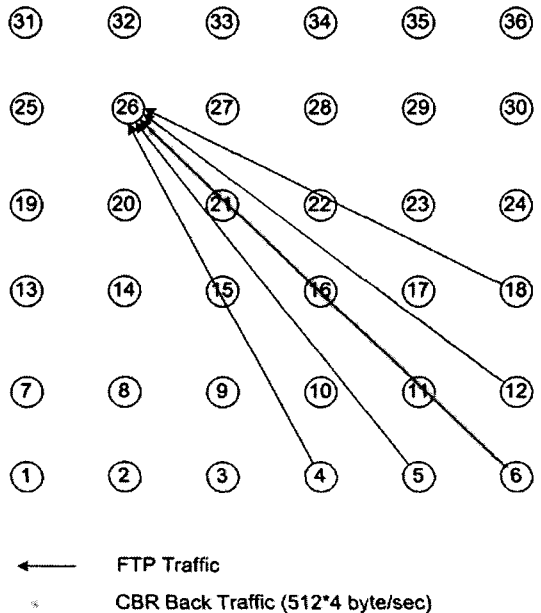


그림 4. 모의시험 토폴로지
Fig. 4. Simulation Topology

그림 4에 나타낸 것처럼 제안하는 방안의 특성을 부각하기 위해 그림 2의 환경과는 달리 5개의 송신은 UDP(User Datagram Protocol) 대신 TCP(Transmission Control Protocol) 트래픽을 발생시키게 했다. 또한 네트워크에서 혼잡을 유도하기 위해 1개의 UDP 트래픽을 백그라운드 트래픽으로 사용하였고 TCP 송·수신 노드의 위치를 네트워크의 대각선에 위치 시켰다. 중간 노드에서 큐 상태를 측

정하기 위해 필요한 EWMA 파라미터로, $w_q=0.002$, $\max_{th}=15$ packets, $\min_{th}=5$ packets를 사용하였고, T_h 는 1 hop 지연값을 적용하였다. 그림 5는 그림 2에 적용한 같은 모의시험 환경에서 각각의 노드를 경유한 패킷의 수를 비교한 결과이다.

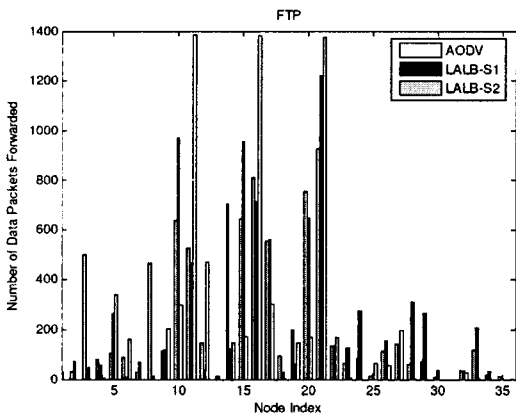


그림 5. 네트워크 노드를 경유하는 패킷 수 비교
Fig. 5. Number of Packets through Network Node

그림 5에 나타난 것처럼, AODV를 적용한 결과 11번, 16번, 21번 노드에 토폴로지 특성으로 인해 대부분의 트래픽이 몰리게 되지만 제안하는 방안은 트래픽을 분산하게 된다. 30번 이상의 노드들과 7번 이하의 대부분의 노드들은 송신과 수신 근처에 있어서 시험에 영향을 주지 않는 노드들이다. 특히 시험 결과 두 번째 방안이 첫 번째 방안보다 트래픽을 더욱 잘 분산하는 것으로 나타났다. 이러한 두 번째 방안의 분산 효과를 더욱 자세하게 보이기 위해 21번 노드의 큐 상태를 시간에 따라 추적한 결과를 그림 6과 그림 7에 나타내었다.

그림 6과 7의 시험에서 측정된 트래픽 전송률 (throughput)의 경우, LALB를 적용한 결과가 기본 AODV를 적용한 결과 보다 50.6[%] 이상 향상됨을 알 수 있었다. LALB를 적용한 경우에는 112.7 [Kbps]가 측정되었고, AODV를 적용했을 경우에는 74.8[Kbps]를 측정할 수 있었다. 이러한 결과를 통해 제안하는 방안이 혼잡 노드에서 발생하는 데이터 손실을 줄여 성능을 향상시킬 수 있음을 보였다. 또한 같은 시험결과에서 총 600개의 패킷을 전달한 후 측

정한 패킷 전달 성공률의 경우 AODV 라우팅 프로토콜을 사용한 경우 86.7[%]로 측정되었고, 제안하는 방안을 적용한 결과 90.2[%]로 향상되는 것을 확인했다.

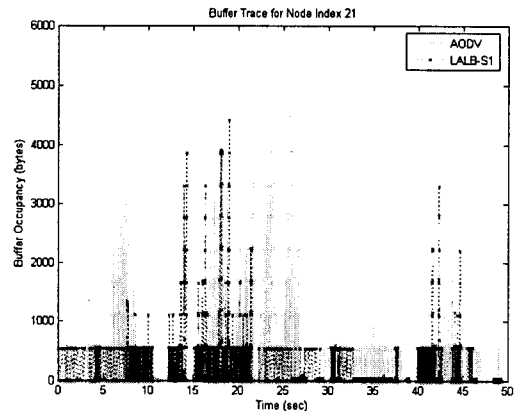


그림 6. 21번째 노드의 큐 상태 변화
Fig. 6. Queue status change of 21th node

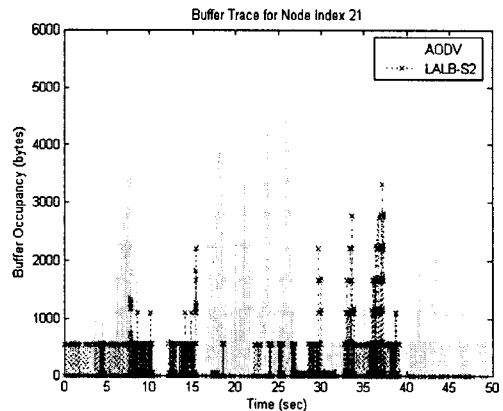


그림 7. 21번째 노드의 큐 상태 변화
Fig. 7. Queue status change of 21th node

5. 결 론

본 논문에서는 무선 이동 애드 혹 네트워크에서 트래픽 부하를 고려하여 경로를 설정하는 방안을 제안하였다. 제안하는 LALB는 경로 상의 중간 노드들이 독립적으로 신규 경로 설정에 참여할 지를 결정하므로 목적 노드가 네트워크의 트래픽 상황을 취합하여 경로를 설정해주는 기존의 트래픽 부하 기반

라우팅 기술들과 차별화된다. 이를 통해 라우팅 제어 메시지의 크기를 줄일 수 있으며 기존의 라우팅 기술에서와 같이 경로 전체의 부하가 아닌 무선 노드의 부하를 기반으로 경로를 설정하게 되어 네트워크 전체에 트래픽이 분산되고 설정된 경로가 안정적으로 동작할 수 있다. 또한, LALB는 노드의 이동성 유무에 관계없이 무선망을 사용하는 응용에서, 신규 정의되는 라우팅 프로토콜이나 표준화된 혹은 표준화될 라우팅 프로토콜들에서 큰 수정 없이 사용될 수 있는 구현상의 장점을 제공한다. 모의시험 결과 LALB가 혼잡한 경로를 우회하여 신규 경로를 설정할 수 있음을 보였고, 적용 결과 트래픽 전송률 및 전송 성공률이 향상됨을 보였다. 본 연구에서 제안하는 방안은 노드 스스로 경로설정 참여를 결정하므로 많은 노드들이 경로설정에 참여하지 않아 경로가 설정되지 않을 수도 있다. 앞으로의 연구는 경로설정 참여를 스스로 결정하는 방법에서 이러한 문제점에 대한 연구가 될 것이다.

References

[1] R. Pabst, B. H. Walke, D. C. Schultz, P. Herhold, S. Mukherjee, H. Viswanathan, M. Lott, W. Zirwas and D. D. Falconer, "Relay-Based Deployment Concepts for Wireless and Mobile Broadband Radio," IEEE Communications Magazine, pp. 80-89, 2004.

[2] E. M. Royer, S. Barbara and C.K. Toh. A Review of Current Routing Protocols for Ad hoc Mobile Wireless Networks. IEEE Personal Communications, 1999.

[3] C. E. Perkins, E. M. Royer and S. R. Das, "Ad hoc On-demand Distance Vector(AODV) Routing," IETF MANET Internet-draft, Feb. 2003.

[4] I. Chakeres, E. Belding-Royer and C. Perkins. Dynamic MANET On-demand(DYMO) Routing. IETF Internet Draft,(Work in Progress) 2007.

[5] T. Clausen, and P. Jacquet, Optimized Link State Routing Protocol(OLSR), IETF RFC 3626, 2003.

[6] X. Hong, K. Xu and M. Gerla. Scalable Routing Protocols for Mobile Ad Hoc Networks. IEEE Network Magazine, Vol.16, 2002.

[7] S. Floyd and V. Jacobson, "Random Early Detection Gateways for Congestion Avoidance," IEEE/ACM Trans. Networking, pp. 397-413, 1993.

[8] S. R. Das, C. E. Perkins, and E. M. Royer, "Performance Comparison of Two On-demand Routing Protocols for Ad hoc Networks," in Proc. IEEE INFOCOM, pp. 3-12, 2000.

[9] S. Lee and M. Gerla, "Dynamic Load-Aware Routing in Ad hoc Networks," in Proc. IEEE ICC, pp. 3206-3210, 2001.

[10] Y. Yoo and S. Ahn, "A Simple Load-Balancing Approach in Cheat-Proof Ad Hoc Networks," in Proc. IEEE Globecom, pp. 3573-3577, 2004.

[11] H. Hassanein and A. Zhou, "Routing with Load Balancing in Wireless Ad hoc Networks," in Proc. ACM MSWiM, pp. 89-96, 2001.

[12] QualNet Network Simulator,
<http://www.scalable-networks.com/>

◇ 저자소개 ◇

고성원 (高成元)

1960년 8월 6일생. 1983년 한양대학교 전자공학과 졸업. 1985년 한양대학교 전자공학과 졸업(석사). 2005년 숭실대학교 전자공학과 박사과정 수료. 현재 김포대학 인터넷정보과 조교수.