Journal of Knowledge Information Technology and Systems(JKITS), Vol. 9, No. 4, pp. 502~508, August 2014

Journal of Knowledge Information Technology and Systems

ISSN 1975-7700

http://www.kkits.or.kr

Improved Routing Techniques Using Hop Information on MANET

Gwang-Jae Choi, Dong-Geun Kim, Sang-Bok Kim*

Department of Computer Science, Gyeongsang National University

ABSTRACT

MANET is multi hop network which is routing data with movable nodes through several middle node. This MANET has feature that network topology is contemporary changed by high mobility of nodes. Because of new frequent network topology changing, routing path disconnection and packet lose has occurred. In this paper, in order to solve this problem, we suggest improved routing technique considering signal strength and bandwidth of hops. Existing AODV routing technique which is routing path selection was determined by number of hops. Through ns-2 simulator performance evaluation, it can be sure that new routing technique is improved than existing routing technique from path disconnection count, packet delivery ratio, end-to-end delay time, routing overhead.

ⓒ 2014 KKITS All rights reserved

KEYWORDS: MANETs, Ad-hoc, Routing techniques, Routing discoveries, AODVs, Node mobility

ARTICLE INFO: Received 29 July 2014, Revised 14 August 2014, Accepted 14 August 2014.

1. 서 론

MANET(Mobile Ad hoc NETwork)은 유선 인프라가 구축 되어 있지 않은 곳에서 이동 가능한 노드들이 서로 직접적인 무선 전송 범위에 위치하지 않은 노드들 간에 여러 개의 중간 노드들을 통하여 데이터를 전송 하는 다중 홉(Multi-Hop) 네트워크이다. 주로 군사용, 소방용 통신에 사용 하였으

*Corresponding author is with the Department of Computer Science, Gyeongsang National University, 501, Jinju-daero, Jinju-si, Gyeongsangnam-do, 660-701, KOREA.

E-mail address: sbkim@gnu.ac.kr

www.kci.go.kr

나 최근에는 홈 네트워크와 같은 일반적인 망에서도 활용성이 늘어나고 있다[1].

MANET은 도착지(Destination)노드까지 데이터를 전송하기 위하여 중간노드(Hop)를 사용하기 때문에 경로를 찾기 위한 라우팅 기능이 필요하다. MANET네트워크의 특성상 노드들의 이동성으로 인하여 시간이 지남에 따라 형성된 네트워크 토폴로지가 변화하게 되는데 이로 인하여 잦은 라우팅을 수행하게 된다. 이 경우 경로 단절 및 패킷 손실이 발생하고 재라우팅을 수행함으로써 라우팅 비용이 늘어나게 되어 네트워크의 전체적인 성능이 감소하게 된다.

이런 문제점을 보완하기 위하여 MANET에서 노드들 간에 데이터를 전달하기 위하여 다양한 라우팅 기법이 연구되고 있다. 그 중에서 많이 활용 되고 있는 것이 Reactive(On-Demand)방식의 AODV(Ad hoc On-demand Distance Vector)라우팅 기법이다[2]. AODV라우팅 기법은 노드의 요청이 발생하면 경로를 탐색하기 시작하고 탐색이 완료되면 가장 적은 수의 홉을 가지는 경로를 선택하여 라우팅을 수행하게 된다. 하지만 라우팅이 확립되기까지 많은 자원과 시간이 소요되는 단점이 있다. 그래서 본 논문에서는 이런 AODV라우팅 기법의 단점을 보안하기 위하여 경로를 선택할 때 가장 적은 홉 수로 경로를 선택하는 것이 아닌 경로를 구성하는 홉들의 신호세기와 대역폭을 같이 고려하여 경로를 선택하게 하여 재 라우팅 횟수를 줄여 많은 자원과 시간이 소요되는 문제점을 개선한 라우팅 기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구를 살펴보고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 라우팅 기법을 설명한다. 4장에서는 제안하는 기법의 성능 평가를 위하여 수행한 시뮬레이션의 결과에 대해서 분석하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

MANET은 유선 네트워크와 같이 고정된 망구조를 가지고 있는 것이 아닌 이동 가능한 노드들이 라우터의 역할을 수행하여 가변적인 망구조를 가지고 있는 네트워크다. 그래서 MANET에서 가장 중요하게 다루어지는 것은 이런 가변적인 망에서의 데이터 전송을 위해서 경로를 탐색하고 유지하는 라우팅 기법이다.

라우팅 기법은 크게 Proactive(Table Driven)방식, Reactive방식, 이들을 혼합한 Hybrid방식으로 분류된다[3]. Proactive방식은 모든 노드가 일정 간격(Interval)으로 주기적인 광고 메시지를 보내 현재 자신의 정보를 다른 노드들에게 전달하여 각 노드들은 다른 노드들에 대한 최신 라우팅 정보를 테이블에 작성하여 항상 유지하고, 이것을 이용하여 경로를 탐색할 때 활용하게 된다. 대표적인 라우팅 알고리즘에는 DSDV(Destination Sequence Distance Vector)[4], OLSR(Optimized Link State Routing)[5] 기법 등이 있다. Reactive방식은 항상 라우팅 정보를 유지하는 것이 아닌 노드가 데이터를 필요로 할 때 액세스 라우터 테이블에서 정보를 가져와서 요청을 다른 노드들에게 보내게 되고 이를 수신한 노드들을 통하여 데이터를 전송 받게 된다. 대표적인 라우팅 알고리즘에는 DSR(Dynamic Source Routing)[6], AODV기법 등이 있다. Hybrid방식은 기존의 Proactive방식과 Reactive방식을 혼합하여 사용하는 방식으로 일정 범위를 지정하여 범위 내에서는 Proactive방식을 사용하고 범위 바깥에서는 Reactive방식을 사용하여 라우팅을 하게 된다. 대표적인 라우팅 알고리즘에는 ZRP(Zone Routing Protocol)[7] 기법 등이 있다.

AODV는 노드들 간에 데이터를 전송하기 위하여 Reactive방식을 사용하는 라우팅 프로토콜이다. 도착지노드까지 소스(Source)노드가 직접 통신 할 수

www.kci.go.kr

있는 이웃 노드를 통하여 데이터를 전송할 수 있다. AODV는 이런 과정에서 전달 될 수 있는 경로를 발견하고 최단 경로를 찾는 작업을 수행한다.

경로를 탐색할 때는 노드가 다른 노드로 데이터를 전송할 필요가 있을 경우 주위의 이웃에 경로 요청(RREQ)패킷을 브로드캐스트(Broadcast)한다. 이를 수신한 노드가 도착지노드까지 경로를 알고 있을 경우 경로 요청을 한 노드에 경로 응답(RREP) 패킷을 전송하고, 경로를 알지 못할 경우 자신의 주위 노드에 경로 요청 패킷을 재전송 하게 하여 도착지노드까지의 경로를 탐색하게 된다.

관련 연구를 살펴보면 다중 홉 네트워크에서 홉 수를 고려한 Proactive, Reactive방식을 비교, 분석하였다[8]. 하지만 홉 수만 고려하여 경로를 선택함으로써, 경우에 따라 단절이 빈번하게 발생하는 문제가 있다. AODV라우팅에서 이웃 목록을 유지하기 위해 주기적으로 브로드캐스트 되는 Hello message의 문제점을 분석하여 이를 제거함으로써 제어 패킷의 오버헤드를 줄여 라우팅 성능을 개선하였다[9]. 단일 경로만 사용하는 AODV라우팅과는 달리 양방향 경로를 탐색하여 끊김이 발생하였을 때 대체 경로로 빠른 경로 복구를 수행하여 라우팅의 성능을 향상 시켰다[10]. 하지만 대체 경로도 같이 관리를 해야 하기 때문에 많은 유지비용이 발생하는 단점이 있다. 본 논문에는 이런 AODV라우팅 기법의 단점을 보완하기 위하여 경로를 선택할 때 가장 적은 홉 수로 경로를 선택하는 것이 아닌 경로를 구성하는 홉들의 신호세기와 대역폭을 같이 고려하여 경로를 선택하게 하여 재 라우팅 횟수를 줄여 많은 자원과 시간이 소요되는 문제점을 개선한 라우팅 기법을 제안한다.

3. 제안 라우팅 기법

기존 AODV에서는 탐색 후 홉 수가 가장 적은 경로를 선택하여 라우팅을 수행하게 된다. 하지만 경로는 최적일 수 있으나 짧은 시간 안에 단절이 발생하여 재라우팅 횟수가 늘어난다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 경로를 선택할 때 홉 수만 고려하는 것이 아닌 노드의 신호세기, 대역폭 정보를 이용하여 단절이 발생할 확률을 줄여 재라우팅 횟수를 감소시키는 라우팅 기법을 제안한다.

두 노드 사이의 거리는 수신노드가 받는 신호세기와 반비례 한다. 신호세기가 강하면 노드와 노드의 거리가 가깝고, 신호세기가 약하면 노드와 노드의 거리가 멀다. 거리가 가까울수록 끊김이 발생하지 않고, 거리가 멀수록 많은 끊김이 발생한다. 또, 사용가능한 대역폭이 클수록 해당 네트워크는 노드들의 추가와 삭제에 의한 영향을 작게 받게 되고, 이로 인하여 네트워크는 안정적이다.

3-1, 경로 선택 파라미터

IEEE 802.11 무선 환경에서의 신호세기는 최대 -10dbm에서 최소 -80dbm을 가진다. 최대 신호세기에서는 안정적인 전송률을 보이고, 최소 신호세기에서는 낮은 전송률과 끊김이 발생하게 된다[11].

본 논문에서는 -10dbm에서 -80dbm 사이의 신호세기 구간을 7단계로 구분 하였다. 대역폭은 최대 11Mbps 로 지정하여 신호세기와 동일하게 7단계로 구분하였다. 그리고 각 단계에 해당하는 경로값 RCost(Route Cost)를 1 ~ 7까지 부여 하였으며, 1에 가까울수록 신호세기와 대역폭이 높은 것이고, 7에 가까울수록 낮은 것을 나타낸다.

경로를 구성하는 홉의 신호세기와 대역폭 RCost 값을 저장하기 위하여 RREP(Route Reply)패킷에 각각 8bit 크기의 패킷을 <그림 1>과 같이 추가하였다. 도착지노드까지의 경로를 찾은 경우 돌아오는 RREP패킷에 모든 경로의 홉 신호세기와 대역

www.kci.go.kr

폭의 RCost값을 추가한 SRCost(Signal RCost)(1)와 BRCost(Bandwidth RCost)(2)에 각각 누적하여 저장을 한다.

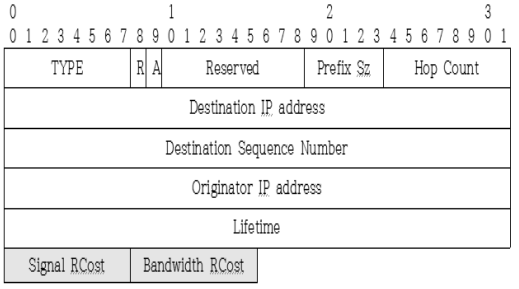

그림 1. 제안하는 RREP 헤더
Figure 1. Proposed RREP Header

SRCost와 BRCost값과 경로를 구성하는 홉 개수를 이용하여 경로의 평균 RCostAvg값을 구하여 해당 경로의 라우팅 비용을 계산하게 된다. 구하여진 경로의 라우팅 비용을 비교하여 가장 작은 RCostAvg값 (3)을 가지는 경로를 선택하여 라우팅을 수행하게 된다.

$$SRCost_n = H_{s1} + H_{s2} + \ldots + H_{sn} \quad (1)$$

$$BRCost_n = H_{b1} + H_{b2} + \ldots + H_{bn} \quad (2)$$

$$RCostAvg = (SRCost_n + BRCost_n) / HopCount \quad (3)$$

여기서 $SRCost_n$은 경로를 구성하는 각 홉의 신호세기 RCost의 합이고, $BRCost_n$은 경로를 구성하는 각 홉의 대역폭 RCost의 합이다. H_{sn}과 H_{bn}은 경로를 구성하는 각 홉의 신호세기와 대역폭을 나타낸다. RCostAvg는 경로를 구성하는 각 홉들의 신호세기와 대역폭 RCost의 평균값이고 이 값이 작을수록 라우팅 비용이 적은 경로이다.

3-2. 기본 동작

제안하는 라우팅 기법은 아래와 같이 동작한다.

소스노드가 데이터를 전송하기 위하여 경로 탐색을 수행 하게 된다. 탐색을 위하여 자신의 주변 노드들에게 RREQ(Route Request)패킷을 브로드캐스트 하게 되는데, RREQ를 수신한 주변 노드들은 응답 패킷인 RREP(Route Reply)를 소스노드에게 보내게 된다. 이때 경로를 구성하는 홉들의 신호세기, 대역폭 정보를 RREP패킷에 포함시킨다. 만약, RREP를 수신하지 못하면 지속적으로 RREQ를 브로드캐스트 하게 된다. 그리고 하나의 RREP를 수신하게 되면 그대로 연결을 수행하여 데이터를 전송하게 되고, 하나 이상의 RREP를 수신하게 되면 RREP패킷을 통해 가져온 홉들의 신호세기와 대역폭 정보를 이용하여 가장 라우팅 비용이 적은 경로를 선택하여 데이터를 전송하게 된다.

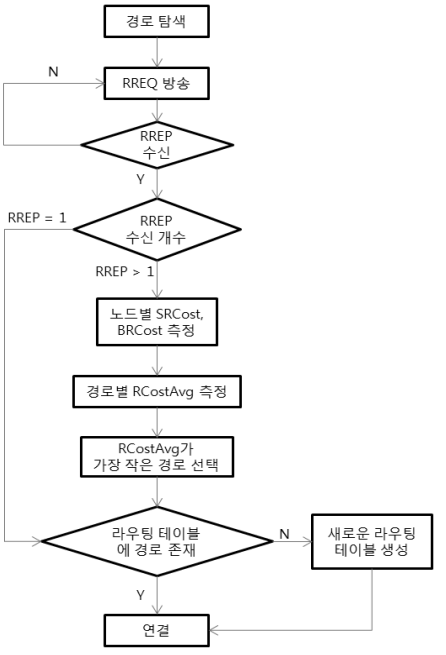

그림 2. 경로 탐색 과정
Figure 2. Routing discovery process

www.kci.go.kr

데이터를 전송하기 전에 선택된 홉에 사용하려는 라우팅 테이블이 존재한다면 그것을 활용하여 데이터를 전송하지만 존재하지 않는다면 새로운 라우팅 테이블을 생성하여 데이터를 전송한다. <그림 2> 는 경로를 탐색하는 과정을 보여준다.

4. 실험 및 평가

4-1 시뮬레이션 환경

본 논문의 시뮬레이션은 네트워크 시뮬레이터인 NS-2.35[12]을 활용하였으며, 기존의 AODV라우팅 기법과 제안하는 라우팅 기법을 동일한 조건에서 비교 분석하였다.

표 1. 실험 환경
Table 1. Simulation Environment

Parameter	Values
Topological areas	1000m X 1000m
MAC	IEEE 802.11
Routing protocols	AODV
MAX Network bandwidth	11Mbps
Number of nodes	40
Geometrical model	Random Way Point
Nodes speed	0 ~ 30m/s
Pause time	10 sec
Processing time	300 sec
Number of trials	100 trials

실험 환경을 살펴보면, 네트워크의 전체 크기는 1000m X 1000m이고, 활동하는 전체 노드의 수는 40개이다. 각 노드는 IEEE802.11 MAC기법과 최대 11Mbps의 데이터 전송률을 가진다. 각 노드의 이동방식은 Random Way Point방식을 통해 불규칙하고 임의로 0~30m/s의 속도로 이동과 멈춤 시간(10초)을 반복하게 된다. 멈춤 시간은 노드의 이동과 멈춤을 반복하는 이동 특성 때문에 고려하였다. 총 시뮬레이션 시간은 300초이고, 각 시뮬레이션은 100회씩 같은 조건으로 반복 수행하여 나온 결과 값의 평균을 계산 하였다.

시뮬레이션에서 설정한 환경 설정과 변수는 값은 <표 1> 과 같다.

4-2 시뮬레이션 결과

시뮬레이션은 기존의 AODV라우팅 기법과 논문에서 제안하는 라우팅 기법을 동일한 환경에서 비교, 분석 하였다.

<그림 3> 은 평균 단절 횟수(Average Number of Disconnected)를 보여준다. 단절의 횟수가 늘어날수록 끊김이 발생하게 된다. 제안한 라우팅 기법과 AODV를 비교하면 제안한 라우팅 기법이 전체적으로 횟수가 줄어든 것을 볼 수 있고, 특히 노드의 속도가 빠를수록 단절의 횟수가 크게 줄어든 것을 확인할 수 있다.

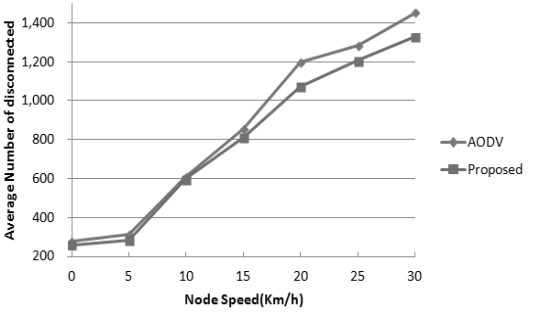

그림 3. 평균 단절 횟수
Figure 3. Average Number of Disconnected

<그림 4> 는 평균 패킷 전달률(Average Packet Delivery Ratio)을 보여준다. 제안한 라우팅 기법과 AODV를 비교하면 제안한 라우팅 기법이 전체적으로 패킷 전달률이 높은 것을 확인할 수 있다. <그

www.kci.go.kr

림 5> 는 평균 종단 간 지연시간(Average End to End Delay Time)을 보여준다. 제안한 라우팅 기법과 AODV를 비교하면 제안한 라우팅 기법의 종단 간 지연시간이 더 짧은 것을 확인할 수 있다.

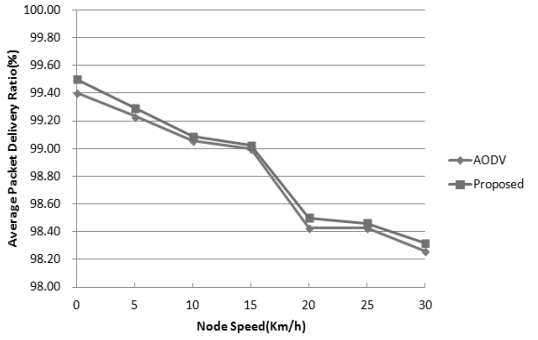

그림 4. 평균 패킷 전달율
Figure 4. Average Packet Delivery Ratio

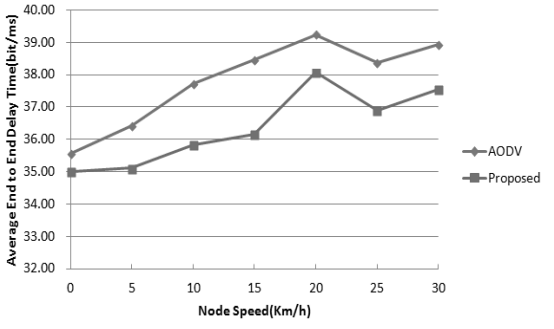

그림 5. 평균 종단 간 지연시간
Figure 5. Average End to End Delay Time

<그림 6>은 평균 라우팅 오버헤드(Average Routing Overhead)를 보여준다. 제안한 라우팅 기법과 AODV를 비교하면 제안한 라우팅 기법의 라우팅 오버헤드가 전체적으로 더 낮은 것을 확인할 수 있다.

기존 AODV에 비하여 제안하는 라우팅 기법의 성능이 전체적으로 더 우수한 것을 위의 실험결과를 통하여 확인할 수 있다. 이는 단절의 횟수가 감소하여 끊김 발생 횟수의 감소로 인하여 재 라우팅에 사용되는 자원과 시간이 감소하게 되어 전체적인 라우팅 성능이 향상 되었다.

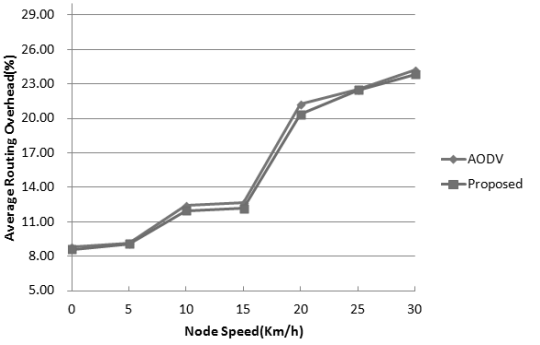

그림 6. 평균 라우팅 오버헤드
Figure 6. Average Routing Overhead

5. 결 론

본 논문에서는 MANET에서 노드들의 이동성으로 인하여 잦은 경로 단절, 패킷 손실이 발생하는 문제점을 보완하기 위하여 기존의 AODV라우팅 기법을 기반으로 홉의 정보를 이용한 개선된 라우팅 기법을 제안하였다. 제안한 기법은 기존의 홉 수로 라우팅 경로를 설정하는 기법에 홉의 신호세기와 대역폭 정보를 고려하여 해당 경로의 전체 라우팅 비용을 산출하였다. 그리고 라우팅 비용이 가장 적은 경로를 선택하여 라우팅을 수행하였다.

시뮬레이션을 통해 제안한 기법이 단절의 횟수가 감소하여 패킷 전달률, 종단 간 지연시간, 라우팅 오버헤드에서 기존의 AODV에 비하여 더 우수함을 확인하였다.

www.kci.go.kr

References

[1] C. E. Perkins, *Ad hoc networking,* Addison Wesley, 2001.

[2] C. E. Perkins, *Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing draft-ietf-manet-aodv-13.txt,* 2002.

[3] J. B. David, M. David, and J. Y. Chun and J. Jetcheva, *A performance comparison of multi-hop wireless ad hoc network routing protocols*, Proc. of the Fourth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, pp. 25 – 30, Oct. 1998.

[4] C. C. Chiang, H. K. Wu, and W. Liu and M. Gerla, *Routing in clustered multihop, mobile wireless networks with fading channel*, Proc. IEEE SICON, pp. 197 – 211, Apr. 1997.

[5] T. Clausen, and P. Jacquet, *Optimized link state routing protocol (OLSR*), IETF RFC 3626, October 2003.

[6] B. David, and J. David, *Dynamic source routing in ad-hoc wireless networks*, Mobile Computing, Vol. 353, pp. 153 – 81, 1996.

[7] N. Beijar, *Zone routing protocol (ZRP)*, Technical report, Helsinki University of Technology, 2002.

[8] P. Hofmann, C. Bettstetter, and C. Prehofer, *Performance impact of multihop handover in an IP-based multihop radio access network*. Mobile Computing and Communications Review, Vol. 10, No. 2, 2006.

[9] Y. K. Lee, and J. G. Kim, *Performance enhancement of AODV routing protocol using interrupt message in MANET*, Korea Institute of Information and Communication Engineering, 13-10 Vol. 38B No. 10.

[10] H. Han, D. Nam, and S. C. Kim, *An improved route recovery using bidirectional searching method for ad hoc networks*, Korean Institute of Information Scientists and Engineers, Vol. 37-1, 2010.

[11] D. G. Kim, *An enhanced handoff scheme using network information of access point in WLAN*, Gyeongsang National University, 2010.

[12] Network Simulator: NS-2.35, http://www.isi.edu/nsnam/ns/

MANET에서 홉 정보를 이용한 개선된 라우팅 기법

최광재, 김동근, 김상복

경상대학교 컴퓨터과학과

요 약

MANET은 이동 가능한 노드끼리 여러 개의 중간 노드들을 통하여 데이터를 전송하는 다중 홉 네트워크이다. MANET은 네트워크 토폴로지가 노드들의 이동성으로 인하여 지속적으로 변화하는 특징이 있다. 이런 잦은 네트워크 토폴로지의 변경으로 라우팅 경로 단절과 이로 인한 패킷 손실이 크게 발생하는 문제가 있다. 본 논문에서는 이런 문제점을 해결하기 위하여 AODV 라우팅 기법에서 라우팅 경로 선택을 홉(Hop) 수로 결정하던 것에 홉의 신호세기와 대역폭 정보를 고려하여 라우팅 경로를 결정하는 개선된 라우팅 기법을 제안한다. NS-2 시뮬레이터를 이용한 성능평가를 통하여 제안하는 라우팅 기법이 기존 AODV 라우팅 기법에 비하여 경로의 단절 횟수, 패킷 전달률, 종단 간 지연시간, 라우팅 오버헤드에서 개선된 것을 확인 할 수 있다.

www.kci.go.kr

Gwang Jae Choi received a bachelor's degree in Gyeongsang National University Department of Computer Science in 2010. and He is in under Master at Gyeongsang National University Department of Computer Science. His current research interests are MANET, AODV. He is member of KKITS.

E-mail address: lunaticmute@naver.com

Dong Geun Kim received a bachelor's degree in Gyeongsang National University Department of Computer Science in 2001. He received MS and Ph.D. in Gyeongsang National University Department of Computer Science. in 2003, and 2010, respectively. His current research interests are Mobile network, Wireless lan, Handoff. He is member of KKITS.

E-mail address: gorang@daum.net

Sang Bok Kim received the Ph.D. degree in the Department of Electronics Engineering from Chung-ang University in 1989. He was a director in the Department of Education Information Computer Center at The Gyeongsang National University from 2007 to 2010. He has been a professor in the Department of Computer Science at Gyeongsang National University since 1984. He has been a researcher in the Computer Data Communication Research Institute at The Gyeongsang National University since 1984. His current research interests include computer network and security, computer system architecture. He is a member of the KKITS.

E-mail address: sbkim@gnu.ac.kr

www.kci.go.kr