

모바일 Ad-hoc 무선 센서 네트워크에서 위치도움 협력 전송 방법

A Location-Aided Cooperative Transmission Method in Mobile Ad-hoc Wireless Sensor Networks

손동환*, 이주상*, 안병구**, 공형윤***

Dong-Hwan Son*, Joo-Sang Lee*, Beongku An**, Hyung-Yun Kong***

요약

본 논문에서는 모바일 ad-hoc 무선 센서 네트워크에서 전력절약과 안정된 경로의 lifetime을 효과적으로 지원하기 위한 위치 기반 협력 도움 라우팅 프로토콜(LACARP : Location-Aided Cooperative-Aided Routing Protocol)을 제안한다. 제안된 라우팅 프로토콜의 기본 아이디어 및 특징은 다음과 같다. 첫째, 전력 절약 전송을 지원하기 위해서 위치기반 정보를 이용하여 경로 탐색 영역을 설정한다. 둘째, 전력 절약 및 효율성 있는 전송을 위해서 설정된 경로 탐색 영역 안에서 스몰 존 기반의 경로 탐색 방법이다. 셋째, 협력도움 전송 방법이다. 설정된 경로위로 데이터를 전송 할 때 전력절약 및 경로의 lifetime을 효과적으로 지원하기 위해서 경로가 설정되지 않은 이웃 노드들로부터 협력도움을 받는다. LACARP의 성능평가는 OPNET(Optimized Network Engineering Tool)을 사용하여 이루어졌으며 성능평가를 통하여 제안된 프로토콜은 경로의 데이터 전송효율과 전력절약 전송 효과적으로 향상 시킬 수 있음을 알 수 있다.

Abstract

In this paper, we propose location-aided cooperative routing protocol (LACARP) for supporting power saving and stable route lifetime in mobile ad-hoc wireless sensor networks. The main ideas and features of the proposed routing protocol are as follows. First, the definition of the area of route search using location-based information to support power saving transmission. Second, the expect zone-based establishment of routing route within the area of route search. Third, the cooperative-aided transmission method. In the operation of data transmission over the established route the data are transmitted via both the established route and cooperative route aided by neighbor nodes. The performance evaluation using OPNET(Optimized Network Engineering Tool) shows the LACARP can improve the packet delivery ratio and power saving transmission efficiently.

Key Words: Ad-hoc and Sensor Networks, Cooperative Transmission, Power Saving, Route Lifetime, Location Technology

*정회원: 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

**중신회원: 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

***정회원: 울산대학교 전기전자정보시스템공학부

접수일자: 2007.10.15, 수정완료일자: 2008.4.3

1. 서론

무선통신 네트워크에 있어서 모바일 ad-hoc 센서 네트워크는 다중 홉(multi-hop)무선 네트워크로써, 중앙의 특별한 관리체계 없이 기존의 고정

된 네트워크 또는 기지국을 사용하지 않는 이동 호스트들로 필요시에 빠르게 구성될 수 있는 네트워크이다[1]. 또한, 민간과 군사용을 위한 긴급한 통신망으로써 모바일 ad-hoc 무선 센서 네트워크에서는 이동호스트들이 라우터(router)역할을 수행하는데, 이동성과 휴대성으로 인해 기기의 크기와 무게에 제한을 받게 되며 각 이동 호스트의 초기 에너지 량도 다르며 통신 시 사용되는 소비량도 서로 다를 수 있다. 이러한 이동 호스트들의 에너지가 고갈되면 네트워크 내의 라우터 수가 감소하게 되고 전체 네트워크는 통신 장애를 초래하게 되어 네트워크 활동시간을 감소시키는 결과를 낳게 된다. 모바일 ad-hoc 무선 센서 네트워크에서는 센서노드들의 수명을 늘리기 위해 전력을 절약하는데 초점을 맞추고 있다. 또한, 모바일 ad-hoc 무선 센서 네트워크를 구성하는 노드들은 한정된 에너지와 랜덤 이동성(random mobility)을 지닌다[2]. 노드의 이동성은 경로를 구성하는 노드들 중 어느 하나라도 더 이상 정상적인 라우팅 동작을 수행할 수 없을 때에는 해당 지역에 대한 부분적인 대체 경로를 찾거나 혹은 출발지 노드에서부터 새로운 경로가 탐색 되어야 한다. 이동성의 차이에 따른 노드의 개수와 이동 속도의 변화에 따라 사용자들이 충분한 서비스를 받을 수도 있고, 경로가 불안정 할수록 데이터의 손실과 경로 재설정 과정에서 많은 경로 탐색 메시지를 보내며 이로 인한 에너지의 소모량도 많아지게 된다. 만약 노드에 관한 위치정보를 알고 있다면 통신영역 내의 인접한 주변노드들과 적은 정보 교환만을 통하여 효과적인 라우팅을 할 수 있게 된다. 위치 정보를 활용한 라우팅 기법을 위치기반 라우팅 기법(geographic routing, location aided routing, geocasting) 이라고 한다[3]. 이 라우팅 기법은 각 노드들의 위치정보를 적절히 활용하여 플러딩 스톰(flooding storm) 영향을 줄여 네트워크 lifetime을 현격하게 향상시키기 위해 제안되었다. 위치 기반 라우팅은 MANET(Mobile Ad-hoc Network)와 같이 적은 수의 노드와 각 노드의 프로세싱 능력이 월등히 높은 노트북,

PDA 등에 대해서 전력소모에 큰 고려를 하지 않고 설계가 되었는데 위치기반 라우팅은 기존의 방식에 토대를 두고 있으나, 저 전력 소모에 더욱더 초점을 맞추어서 성능을 최적화 시켜 사용한다. I장의 서론에 이어서 II장에서는 관련 연구로 기존의 라우팅 프로토콜 방법에 대해 살펴본다. III장에서는 제안된 라우팅 프로토콜 및 구조에 대해 언급하고 IV장 성능평가에서는 시뮬레이션 환경과 결과 값에 대해 언급하고 마지막으로 V장 결론에서는 본 논문의 결과와 향후과제에 대해 살펴보고 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

2.1 LAR (Location-Aided Routing)

현재 단말기의 위치 정보를 이용하여 경로 설정 시 소스 노드가 목적지 노드가 위치한 방향으로만 데이터 패킷을 플로딩 시킴으로써 데이터 패킷의 양을 줄이는 방법이다[2][3]. 목적지 노드의 위치와 실제적인 위치와는 다를 수 있기 때문에 목적지 노드가 위치할 수 있는 범위를 스몰존(Expected Zone)이라 하고, 소스 노드에서 데이터 패킷을 보낼 때 기존의 플로딩 알고리즘과 다른 점을 만들어 내는 영역으로 송신노드와 수신 노드를 포함하는 직사각형 모양의 가상 구역을 Request Zone이라 한다.

2.2 LAPAR (Location-Aided Power-aware Routing)

모든 무선 노드들은 그들의 주변노드들의 전송을 탐지하기 때문에 불필요한 전력을 소비한다. 모바일 ad-hoc 무선 센서 네트워크에서[4]는 센서노드들의 수명을 늘리기 위해 전력을 절약해야 한다. LAPAR은 위치기반을 이용하고 그 안에 한 홉(one hop) 거리의 노드들에게 브로드 캐스트하여 스몰존을 형성한다[5]. 스몰존안에 코스트를 비교하여 좀 더 효율적인 노드를 선택하게 되고 목적지까지 반복 수행을 하며 소스 노

드와 목적지 노드 사이의 라우팅 최적경로를 설정하는 방법이다.

2.3 Cooperative communication

협력통신(cooperative communication)[6]이란 동등한 기능을 갖는 2개 이상의 통신 노드들에 의해 형성된 다수의 경로를 통해 신호를 전달하고 적어도 하나의 경로를 통해서 목적지까지 신호가 중계되며, 이들 다수의 경로들로부터 수신된 신호를 결합하거나 또는 선택하여 전송 정보를 추정하는 통신 방식으로 정의 할 수 있다.

를 포함하며, 이웃 노드로 브로드캐스트(broadcast)[6] 한다. 주어진 네트워크 내에 있는 모든 노드들은 GPS를 통하여 자기 자신의 위치를 알고 있다고 가정한다[5][6][7].

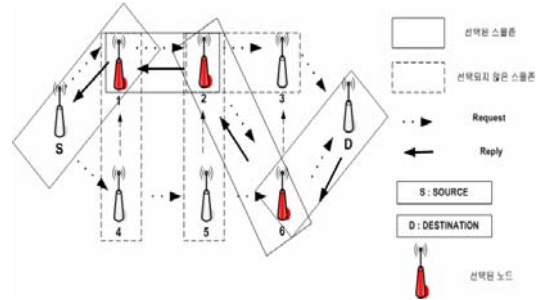


그림 1. LAPAR 경로 설정방법
Fig. 1. Route Setup method for LAPAR

III. 제안된 라우팅 프로토콜 및 구조

3.1 제안된 라우팅 프로토콜 및 구조

LACARP(location-aided cooperative routing protocol)는 LAPAR과 협력통신[5][6]을 접합하여 소스 노드에서 목적지 노드까지 위치기반을 이용하여 그 안에 한 홉 거리의 노드들과 스물존을 설정하고 중복되는 스물존은 한 홉 거리 노드들의 코스트를 비교하여 목적지 노드까지 반복 수행을 통해 최적 경로를 찾는다. 경로 설정[9][10][11]이 이루어지면 설정된 경로 위로 데이터를 전송하는데 경로가 설정되지 않은 노드들이 협력 통신을 통해 경로의 SNR의 증가로 전체 네트워크의 lifetime이 향상 된다. LACARP은 경로의 데이터 전송효율과 전력절약을 효과적으로 증가시킬 수 있다.

3.2 제안된 라우팅 프로토콜(LACARP)

STEP 1

소스노드(source node)는 주어진 네트워크 안에 소스노드와 목적지노드(destination node)를 포함하는 영역(zone)을 설정하고 그 정보를 생성된 REQUEST 패킷에 저장한다. REQUEST패킷에 포함되는 정보는 다음과 같다. 소스노드ID 및 이동성 정보, 목적지노드ID, 설정된 영역 위치정보

STEP 2

소스노드에서 보낸 REQUEST 패킷을 이웃노드들이 받았을 때 스물존을 설정 하게 되고 REQUEST-TABLE(REQT)을 만든다. REQT에는 이전노드 ID 및 이동성 정보와 자신의 ID 및 이동성정보를 저장한다.

STEP 3

STEP 2를 수행한 각 노드들은 다시 한 홉 간의 노드들에게 브로드캐스트 하게 된다. 여기서 중복된 스물 존은 REQUEST 패킷을 전송한 노드들의 코스트(cost)를 비교하여 좀 더 효율적인 노드들을 선택하여 목적지 까지 반복 수행한다.

STEP 4

목적지 노드가 REQUEST 패킷을 받았으면, 목적지 노드는 REPLY 패킷을 생성하고 설정된 영역 내에 있는(REQUEST 패킷을 보낸 노드)에게 reply 패킷을 전송하며, REQT와 마찬가지로 REPLY-TABLE(REPT)을 생성 한다. 이러한 동작을 소스노드가 받을 때까지 반복 수행한다.

STEP 5

소스노드는 협력통신을 사용하여 데이터를 전송한다. 경로에 포함되지 않은 이웃노드들을

REPLY 노드로 두고 이 노드들은 한 홉 구간의 노드들에게 data를 보냄으로써 선택된 노드들에게 협력통신하게 됨으로써 SNR을 높이고 경로의 lifetime 을 향상시킴으로써 전체 네트워크의 lifetime이 향상된다. 만약 경로의 노드가 끊어지면 다시 REQUEST, REPLY 동작수행을 하지 않고 전달 노드(relay node) 를 통해 데이터를 보내게 된다.

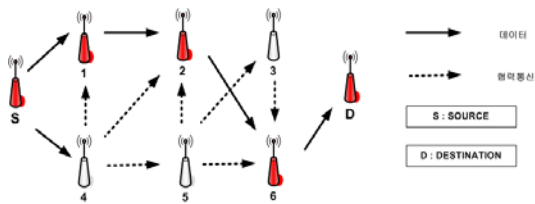


그림 2. 협력통신 방법
Fig. 2. Cooperative method

IV. 성능 평가

4.1 시뮬레이션 환경

실험을 수행하기 위한 환경 및 파라미터 값들은 다음과 같다.

표1. 시뮬레이션 파라미터 값

Rectangular Region	1Km × 1Km
Mobile Node Count	20
Random Mobility :	speed : 0 ~ 60 Km/hr
	direction : (0,2 π)
Random Time Interval	5 sec

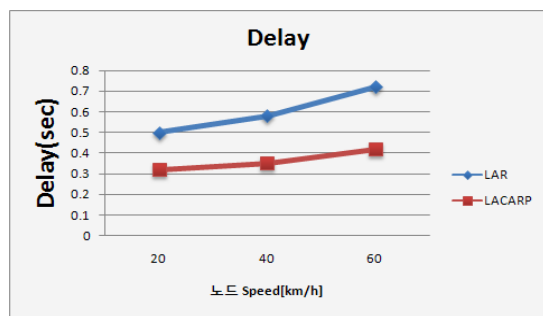


그림 3. delay
Fig. 3. Delay / route_setup

그림 3은 경로 형성에 요구되는 지연 시간을 나타낸다. 경로를 형성할 때 노드들의 이동성이 증가함에 따라서 경로 형성[8][9][10]을 위한 REQUEST 및 REPLY의 횟수가 증가함으로 경로 형성에 요구되는 지연시간이 증가함을 볼 수 있다.

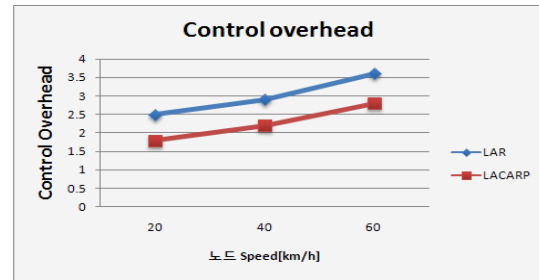


그림 4. Control overhead
Fig. 4. Control overhead / route_setup / node

그림 4는, 경로를 형성하기 위해서 요구되는 노드 당 컨트롤 오버헤드(control overhead)를 나타내며 노드 이동성이 증가함에 따라서 REQUEST 및 REPLY의 횟수가 증가함으로 컨트롤 오버헤드가 증가함을 볼 수 있다.

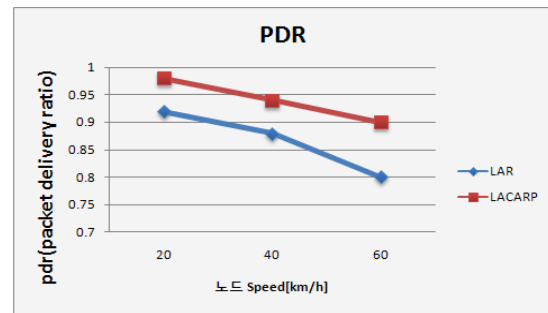


그림 5. PDR (packet delivery ratio)
Fig. 5. Packet delivery ratio

그림 5는, 데이터 전송률(PDR: packet delivery ratio)을 나타낸다. 그림 4에서 보는 것처럼 노드들의 이동성 정보를 사용하여 안정된 경로 위로 데이터를 전송함으로써 랜덤 이동성(random mobility) 상에서 비교적 높은 데이터 전송률(PDR)을 나타내고 있음을 보여준다. 그림 6은, 경

로 형성에 요구되는 전력은 노드의 이동성이 증가함에 따라 LAR보다 LACARP의 전력소모가 좀 더 효율적임을 보여준다.

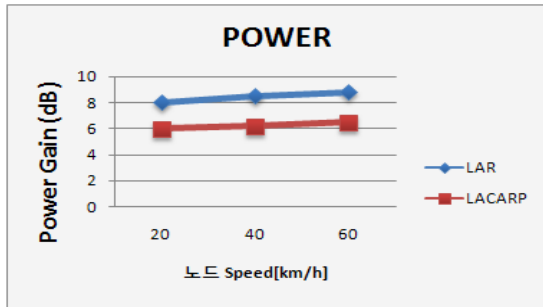


그림 6. power
Fig. 6. Power / route_setup

V. 결론

본 논문에서는 모바일 ad-hoc 무선 센서 네트워크에서 전력절약과 안정된 경로의 lifetime을 효과적으로 지원하기 위한 협력 도움 전력절약 라우팅 프로토콜(LACARP)을 제안한다. 본 연구에서는 모바일 노드들의 전력절약을 위하여 LAPAR 라우팅 프로토콜을 이용하여 경로 설정 방법을 제안 사용한다. 설정된 경로위로 데이터 패킷을 전송 할 때 경로 lifetime과 SNR의 효과적인 지원으로 데이터 전송률을 증가시키기 위해 이웃 노드들로부터 협력 도움을 받는다. 기존 센서 네트워크는 주로 고정된 노드 환경에서 연구가 이루어져왔지만, 본 연구에서는 노드들의 이동성을 고려한 환경에서 연구가 이루어졌으며, OPNET을 사용한 성능평가 결과 제안한 프로토콜은 데이터 전송효율을 효과적으로 증가시킬 수 있음을 알 수 있다.

참고문헌

[1] 정윤수, 이상호, “무선 센서 네트워크에서 효

- 율성을 향상시킨 위치기반 라우팅 알고리즘,” 한국통신학회논문지 07-1. Vol.32 No. 1B 2007.1.
- [2] 권혜연 이병복, 박애순, “위치기반 이동 Ad-hoc네트워크 기술 동향,” 전자통신동향분석 제 18권 제 2호 2003. 4.
- [3] 정종광, “Mobile Ad Hoc망에서의 고정 호스트를 이용한 Location-Aided Routing의 성능향상,” 한국정보과학회 봄 학술발표 논문집 Vol. 27, No,1, 2000.
- [4] Ian F. Akyildiz, Weilian Su, Yogesh Sankarasubramanian, and Erdal Cayici, “A Survey on Sensor Networks,” IEEE Communications Magazine, pp.102-114, August 2002.
- [5] Y. Xue and B. Li, “A location-aided Power-aware Routing Protocol in Mobile Ad Hoc Networks,” Proc. IEEE Global Telecommun. Conf., vol. 5, Nov. 2001, pp. 1232-37.
- [6] J. N. Laneman, D. N. C. Tse, and G. W. Wornell, “Cooperative diversity in wireless networks: Efficient protocols and outage behavior,” IEEE Trans. on Info. Theory, vol. 22, Dec. 2004.
- [7] Beongku An, Symeon Papavassiliou, “Supporting Multicasting in Mobile Ad-hoc Wireless Networks: Issues, Challenges and Current Protocols,” Wireless Communications and Mobile Computing (WCMC), vol. 2, issue 2, pp.115-130, March 2002.
- [8] Pei Liu, Zhifeng Tao, Zinan Lin, Elza Erkip, and Shivendra Panwar, “Cooperative Wireless Communications: A Cross-Layer Approach,” IEEE Wireless Communications, pp. 84-92. August 2000.
- [9] Shen Ben Ho and Xiao Su, “CuMPE: CLUSTER-MANA GEMENT AND POWER-EFFICIENT PROTOCOL FOR WIRELESS SENSOR NETWORKS,” Information Technology: Research and Education, 2005. ITRE 2005. 3rd International Conference on 27-30 June 2005 Page(s):60 - 67.
- [10] K.Scott and N.Bambos, “Routing and channel assignment for low power transmission in PCS,” ICUPC '96, October., 1996.

Acknowledgement: This work was supported by the Korea Science and Engineering Foundation Grant.(KOSEF-R01-2007-000-20400-0)

— 저 자 소 개 —



손동환(정회원)

- 2008년 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과(학사)

<주관심분야 : Healthcare & Sensor Networks>



이주상(정회원)

- 2006년 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과(학사)
- 2008년 : 홍익대학교 전자전산공학과(공학석사)
- 2008.3 ~ 현재 : 홍익대학교 전자전산공학과 재학(박사과정)

<주관심분야 : Ad-hoc Networks, Sensor Networks, Routing, Cooperative Communication>



안병구(중신회원)

- 1988년 : 경북대학교전자공학(BS)
- 1996년 : (미)Polytechnic Univ. Dept. of Electrical & Computer Eng.(MS),
- 2002년 : (미)New Jersey Institute of Technology

(NJIT), Dept. of Electrical & Computer Eng. (Ph.D)

- 1990년 ~ 1994년 : 포항산업과학기술연구(RIST), 선임연구원,
- 1998년 ~ 2002년 : Lecturer, New Jersey Institute of Technology(NJIT). USA,
- 2003년 ~ 현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수
- 2005 ~ 2008 : Marquis Who's Who in Science and Engineering (세계과학기술 인명사전) 등재
- 2006 ~ 2008 : Marquis Who's Who in the World (세계인명사전) 등재

<주관심분야 : Wireless Networks, Ad-hoc & Sensor Networks, Multicast Routing Protocols, Cross-Layer Technology, QoS, Mobility Management, Location-Based Technology>



공형운(정회원)

- 1989년 : (미)New York Institute of Technology (BS)
- 1991년 : (미)Polytechnic University, Dept. of Electrical & Computer Eng. (MS)
- 1995년 : (미)Polytechnic University, Dept. of Electrical & Computer Eng.(Ph.D)

- 1996년 12월 ~ 1998년 2월 : LG 회장실 (전략사업개발단) 근무
- 1998년 3월 ~ 현재 : 울산대학교, 전기전자정보시스템 공학부 교수

<주관심분야 : Wireless Communication, Detection & Estimation, Coding, Modulation, Cooperative Communication >