

논문 2008-2-5

무선 바이오센서 네트워크에서 에너지 효율을 고려한 해충 감지 시스템을 구축하기 위한 프로토콜

An Energy-Efficient Protocol For Detecting Injurious Insect in Wireless Bio Sensor Networks

유대현*, 이주상**, 안병구***, 김남수****

Dae Hyun Yoo*, Joo Sang Lee**, Beongku An***, Nam-Soo Kim****

요약

본 논문에서는 무선 바이오센서 네트워크를 이용하여 에너지 효율을 고려한 홈 네트워크 해충 감지 시스템 프로토콜을 제안한다. 제안된 프로토콜의 기본 아이디어 및 특징은 다음과 같다. 첫째, 소스와 목적지 사이의 경로를 설정하기 위한 에너지 효율과 안정성 기반의 시분할적인 트리 구조 경로 설정방법. 둘째, 멀티홉을 이용한 방향성이 있는 Data Gathering 구조이다. 설정된 트리구조의 경로위로 패킷 데이터를 전송 할 때 전력 절약 및 경로의 lifetime을 효과적으로 지원하기 위해서 선택적 플러딩을 사용한다. 이로 인해 각 노드의 전력을 절약하고 전송 지연(transmission delay)을 줄임으로써 전체 네트워크의 lifetime이 향상되고 홈 네트워크상의 효율성이 향상된다. 제안된 프로토콜의 성능평가는 OPNET(Optimized Network Engineering Tool)을 사용하여 이루어진다.

Abstract

In this paper, we proposed a system protocol for detecting injurious insect to support energy saving transmission in wireless bio sensor networks. The main ideas and features of the system are as follows. First, the route establishment method which is based on the energy efficiency and stability by using time-division tree structure. Second, multi-hop direction-based data gathering structure. In this structure, the selected fading method is used to transmit packet via the established tree structure for supporting power saving and route lifetime efficiently. Finally, we can get the node power saving and reduce transmission delay, thus network lifetime and efficiency are improved. The performance evaluation of the proposed protocol is via OPNET(Optimized Network Engineering Tool).

Key Words : Sensor Networks, Power Saving, Flooding, MAC, HD-MAC

*정회원: 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

**정회원: 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

***정회원: 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

****정회원: 청주대학교 전자정보공학부

접수일자: 2007.10.15, 수정완료일자: 2008.4.3

1. 서론

유무선 센서 네트워크[1]의 발전은 우리 생활을 오프라인 업무가 주를 이루는 세상에서 온라인 위주의 세상으로 변화 시키고 있다. 사회 각 분야

에서 유무선 네트워크 기반의 다양한 서비스로 고객에게 보다 편리하고 쾌적한 서비스를 제공하고 있다. 하지만 해충 방제 업계에서는 현재에도 오프라인 통한 방제 서비스가 주류를 이루고 있는 실정이다. 고객 입장에서 는 단 한번으로 모든 서비스를 마무리 짓는 것을 원하겠지만 해충의 번식력 즉, 쥐 1쌍 1년 동안 1,256마리까지 증가, 바퀴벌레 암컷한마리가 3개월 동안 800마리까지 번식, 개미 한 군체 당 4000마리까지 증가 등을 고려한다면 쾌적한 주거 환경을 위해서는 꾸준한 정기 관리가 더욱 중요하다 하겠다. 하지만 현재의 인력만을 이용한 정기 오프라인 관리 시스템으로는 실시간으로 해충 방제를 모니터링 할 수 없기 때문에 고객은 서비스에 대한 확실한 신뢰성을 확립하기 어렵다. 본 논문은 특수한 주거 공간이라는 범위에서 센서 네트워크의 MAC (Multiple Access Control) 계층[2][3][4]과 네트워크 계층에서의 에너지 및 전송 효율적인 프로토콜을 제안되었다.

본 논문은 다음과 같이 진행된다. II장 본문에서는 관련연구를, III장에서는 그에 따른 제안된 경로 설정 프로토콜 및 주제에 대해서 언급 하고, IV장 이론적 분석에서는 에너지 및 전송 효율성에 대하여 설명하고, V장 성능 평가에서는 이론적 분석 및 시뮬레이터 환경과 결과 값에 대하여 언급하고, 마지막으로 VI장 결론에서는 본 논문의 결과와 향후과제에 대해 살펴보고 결론을 맺도록 한다.

II. 제안된 프로토콜 및 구조

D(Data Gathering)-MAC[5]에서는 홉 간의 전송 지연 감소 측면에서 뛰어난 효율성을 보였다. 그리고 S(Sensor)-MAC[6]과 T(Time-out)-MAC[7]은 에너지 효율을 높일 수 있었다. 하지만 위에서 논한 MAC 프로토콜은 전송 지연 감소와 전송 지연의 개별적인 목표를 만족시키는 수준이다. 즉, 실제 환경에 적용을 시킬 때에는 어느 한

요소를 포기해야한다. 따라서 본 논문은 데이터 패킷 전송 시 신속성과 에너지 효율성까지 만족 시키는 HD(High density)-MAC 프로토콜을 제안 하고자 한다. HD-MAC의 기본 아이디어는 가정 과 같이 작은 범위에서 적용하기 위한 TDMA 기 반의 MAC 프로토콜로써 이동성이 없고 네트워크가 정해진 경로를 지킬 수 있다고 가정하고 있 으며 무선 센서 네트워크로써 컨트롤 패킷의 오 버 헤드를 줄이고, 중복되는 데이터의 전송을 줄 이는 것이다. 물론 D-MAC에서도 데이터 전송 효율을 높이기 위한 방안을 제시하였지만 그림1 과 같이 만약 C노드에 자식노드가 A와 B라 할 때 두 개의 자식 노드가 전송할 패킷을 가지고 있

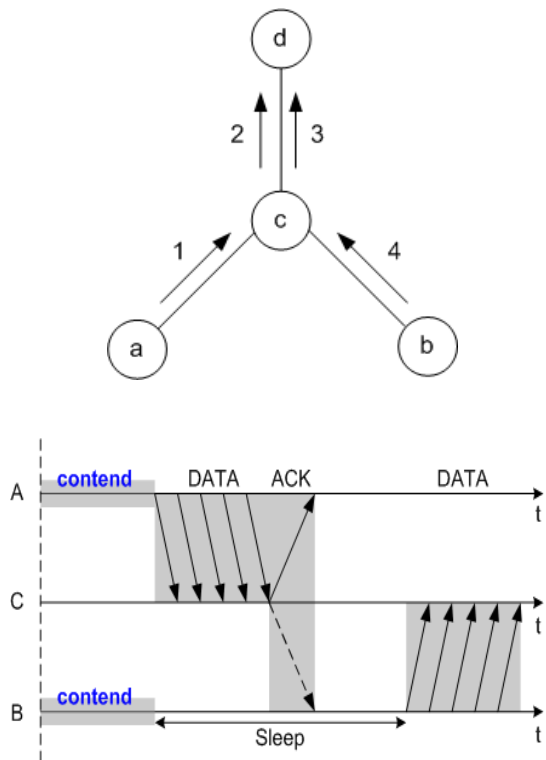


그림 1. D-MAC 신호흐름과 전송순서
Fig. 1. D-MAC Signal flowing and Transmission sequence

A노드가 경쟁에서 이겨서 C노드로 패킷을 전송하게 되면 B노드는 패킷을 다음 프레임까지 메모리에 저장하여 전송의 효율성이 떨어지게 되고,

같은 데이터 패킷일 경우 불필요한 재전송을 초래한다. 하지만 제안된 HD-MAC은 해충감지가 최종 목적이기 때문에 그림 1과 같은 D-MAC의 데이터 전송이 필요 없다.

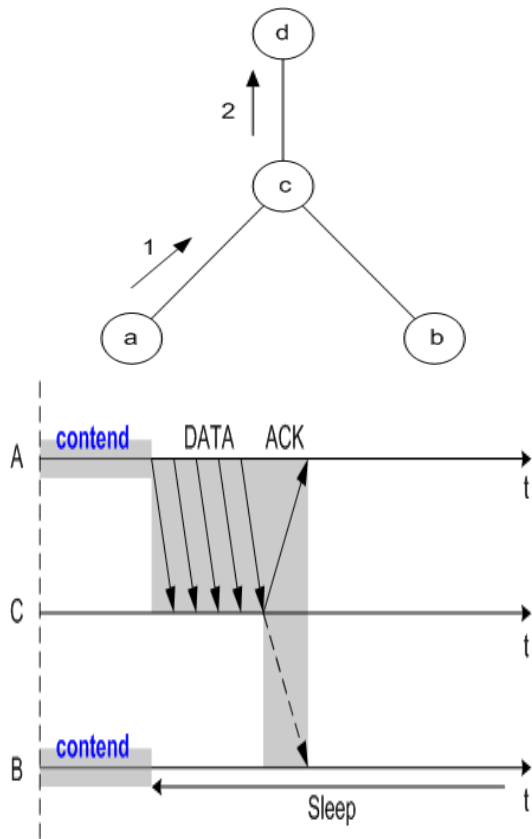


그림 2. HD-MAC 신호흐름과 전송순서
Fig. 2. HD-MAC Signal flowing and Transmission sequence

즉, HD-MAC은 중복된 데이터의 재전송을 피하기 위해 그림 2와 같이 A노드에서 C노드로 데이터 패킷을 전송하면 B노드는 Sleep모드로 전환하게 된다. 그리고 앞에서 언급하였듯이 제안된 프로토콜은 MAC계층과 네트워크 계층에 대해 다르므로 제안된 HD-MAC 프로토콜에서의 경로 설정방법에 대해서 살펴보면 CuMPE 프로토콜[8]에 비하여 에너지 효율성이 우수하다. 기존의 CuMPE 프로토콜은 선택적인 플러딩을 통하여 TDMA기반의 트리구조로써 설계되었다. 제안된

HD-MAC 프로토콜에서는 이벤트의 유무를 판단하는 것이 최종목표이기 때문에 중복된 데이터 패킷의 제거를 경로설정[9][10][11] 중에 실행할 수 있다. 즉 그림3의 단계와 같이 플러딩을 사용하여 선택적으로 경로를 설정한다.

경로 설정 중에 이벤트가 발생하면 이벤트가 발생한 노드는 플러딩을 하지 않고 바로 데이터를 Sink 노드를 향해 전송하게 된다. 이러한 과정을 통하여 불필요한 패킷의 전송을 방지하므로 에너지 효율을 높일 수 있고 또한 전송경로를 최소화 하면서 전송 시 효율성을 높일 수 있다.

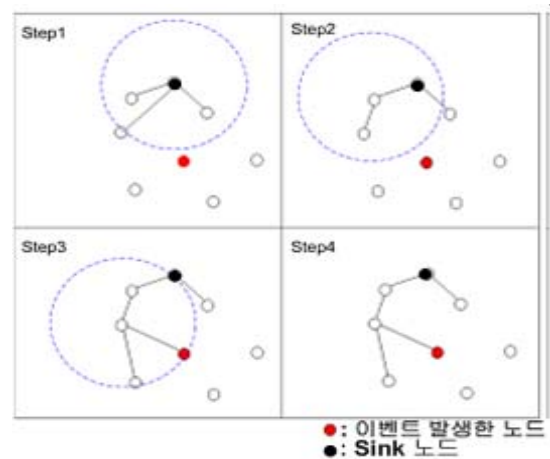


그림 3. 경로 설정 방법
Fig. 3. Route setup method

III 이론적 분석

본 논문에서는 이벤트 유무에 의한 선택적 플러딩으로 경로를 설정하는 과정에 대해서 간략하게 설명한다. 무선 센서 네트워크를 고려하고 노드의 수를 n 이라고 설정하며 경로설정에 대한 응답에 대한 에너지 소비는 ER 이고 한 홉 당 경로 설정 컨트롤 오버헤드는 CR 라고 하며 데이터 패킷의 전송에 필요한 에너지 소비는 ED 라고 설정하였다. 노드 n 개에서의 멀티 홉 경로 전체 에너지 소비량 ET 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$ET = n - 1(ER + ED) \quad (1)$$

또한 전체 멀티 홉 상에서의 컨트롤 오버헤드 의 수 CT는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$CT = (n - 1) CR \quad (2)$$

IV. 설계 및 제작

4.1 시뮬레이션 환경 및 파라미터 값들

실험을 수행하기 위한 환경 및 파라미터 값들은 다음과 같다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터

Rectangular Region	1000m x 1000m
Node Count	20
Radio Range	100m
Control Signal Power	0.3W
Transmit Power	0.6W

4.2 시뮬레이션 결과

본 논문에서 제안하는 프로토콜을 평가하기 위해 100초 동안 20번의 경로 설정을 하며 데이터 패킷을 전송할 때의 환경에서 시뮬레이션을 하였다. 그림 4는 멀티 홉 경로에서 경로 형성과 데이터 패킷 전송의 에너지 소비가 노드 수에 따라 증가됨을 알 수 있다.

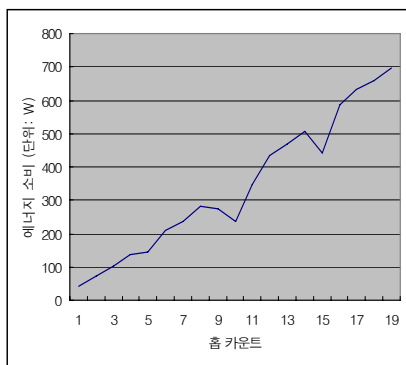


그림 4. Power consumption
Fig. 4. Power consumption

그림 5는 경로를 형성하기 위한 전체 멀티 홉 경로에서의 데이터 패킷 전송을 받기 위한 전체 오버헤드에 대해서 나타난 그래프로써 홉 카운트에 비례하여 증가함을 알 수 있다.

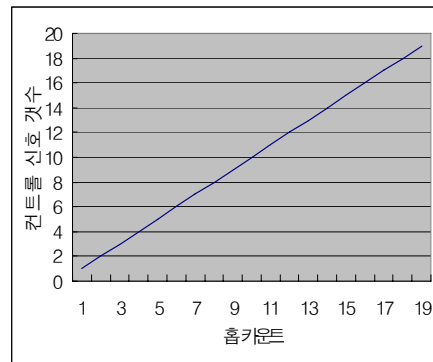


그림 5. Control overhead count
Fig. 5. Control overhead count

V. 결론

본 논문에서는 무선 바이오센서 네트워크에서 안정된 경로의 설정 및 설정된 경로에서의 에너지 효율과 전송효율을 높이기 위한 HD-MAC 프로토콜을 제안한다. 제안된 프로토콜의 기본 아이디어와 특징은 다음과 같다. 첫째, 중복된 데이터 패킷의 재전송의 회피이다. 본 연구에서는 좁은 범위에서 동일한 형태의 이벤트를 감지하기 때문에 중복된 데이터 패킷은 회피하는 방법을 제안 사용한다. 둘째, 이벤트 발생에 근거한 선택적인 플러딩 경로 설정 방법이다. 경로 설정을 하는 도중 이벤트 노드가 발생되면 경로 설정을 멈추고 데이터 패킷이 싱크노드로 전달된다.

현재까지 진행된 내용은 좁은 지역에 설치된 공통된 목적을 수행하기 위한 노드들로 구성된 네트워크 환경에서 연구가 이루어 졌으며, 실제적으로 홉 네트워크에서의 해충감지 시스템에서 응용될 수 있을 것이라고 생각되며, 보다 많은 연구가 진행되어 성능향상을 기대한다.

참고문헌

[1] Ian F. Akyildiz, Weilian Su, Yogesh Sankarasubramanian, and Erdal Cayici, "A Survey on Sensor Networks," IEEE Communications Magazine, pp.102-114, August 2002.

[2] 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.

[3] Pei Liu, Zhifeng Tao, Sathya Narayanan, Thanasis Korakis, and Shivendra S. Panwar, "CoopMAC: A Cooperative MAC for Wireless LANs," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol.25 no. 2, pp. 340-354, February 2007.

[4] Ajay Chandra V. Gummalla and John O. Limb, "Wireless Media Access Control Protocols," IEEE Communications Surveys, pp. 2 -15, Second Quarter 2000.

[5] Gang Lu, Bhaskar Krishnamachari and Cauligi S. Raghavendra, "An Adaptive Energy - Efficient and Low-Latency MAC , for Data Gathering in Sensor Networks," 4th International Workshop on Algorithms for Wireless, Mobile, Ad Hoc and Sensor Networks (WMAN 04), April 2004.

[6] Wei Ye, John Heidemann, Deborah Estrin, "An Energy - Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Networks," INFOCOM 2002. Twenty-First Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE Volume 3, 23-27 June 2002 Page(s):1567 - 1576 vol.3.

[7] Tijs van Dam, Koen Langendoen, "An Adaptive Energy-Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Networks," SenSys '03, November 5-7, 2003, Los Angeles, California, USA.

[8] Shen Ben Ho and Xiao Su, "CuMPE: CLUSTER-MANAGEMENT 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.

[9] K.Scott and N.Bambos, "Routing and channel assignment for low power transmission in PCS," ICUPC '96, October., 1996.

[10] Y. Xue and B. Li, "A Location-aided Power-aware Routing Protocol in Mobile Ad-hoc Networks," IEEE Global Telecommunication Conference, vol.3, pp. 2837 -2841, November 2001.

[11] Beongku An, Symmeon Papavassiliou, "An Entropy-Based Model for Supporting and Evaluating Stability in Mobile Ad-hoc Wireless Networks," IEEE Communications Letters, vol.6, no. 8, pp.328-330. August 2002.

본 연구는 한국학술진흥재단 기초연구과제 (KRF-2006-311-D00147) 지원사업 지원으로 수행되었습니다.

— 저 자 소 개 —



유대현(정회원)
 • 2008년 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신 공학과(학사)
 • 2008년 3월 ~ 현재 : 성균관대학교 전자전기 컴퓨터공학과 재학(석사과정)

<주관심분야 : MAC Protocol, PON, Sensor Networks>



이주상(정회원)
 • 2006년 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신 공학과(학사)
 • 2008년 : 홍익대학교 전자전산 공학과(공학석사)
 • 2008.3 ~ 현재 : 홍익대학교 전자전산 공학과 재학(박사과정)

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



안병구(증신회원)

- 1988년 : 경북대학교 전자공학 (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
- 2005년 ~ 2008년 : Marquis Who's Who in Science and Engineering (세계과학기술 인명사전) 등재
- 2006 ~ 2008 년: 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>



김남수(정회원)

- 1986년 ~ 1994년 : ETRI(전자통신 연구소) 이동통신 연구단 무선기술 실장 역임
- 1991년 : 연세대학교 대학원 전자공학과 공학박사
- 1991년 ~ 1991년 : BNR(Bell Northern Research) 방문연구원
- 2002년 ~ 2003년 : NJIT(New Jersey Institute of Technology) 교환교수
- 1994년 ~ 현재 : 청주대학교 전자정보공학부 교수
- 2006년 ~ 2007년 : 청주대학교 학술정보처장
- 2008년 : Marquis Who's Who in the World (세계인명사전) 등재

<주관심분야 : wireless mobile ad-hoc network, RF system design, digital modulation. 무선 이동통신 채널, 이동통신 시스템 설계>