

곤충의 행동 양식에 기반한 IZRP의 존 라우팅 결정 기법

통탄래, 정용현, 김동성

금오공과대학교 전자공학부 네트워크기반 시스템 연구실

ttungl@kumoh.ac.kr, joker_fin@naver.com, dskim@kumoh.ac.kr

Zone Routing Determination for IZRP Based on Bee-inspired Algorithm

Tung Thanh Le, Jeong Yong Hyen, Kim Dong Sung

Kumoh National Institute of Technology (KIT)

요 약

본 논문은 곤충의 행동양식 중에서 벌의 생체모방 알고리즘(Bio-Inspired Algorithm)을 바탕으로 새로운 존 라우팅 결정 기법을 제안한다. 본 알고리즘은 인접한 노드의 네트워크 상태에 따라 빠르게 Zone radius를 변경하는 새로운 방식을 도입하고, 이를 ZRP 라우팅 알고리즘에 적용하였다. 또한 모의실험을 통해 기존의 라우팅 알고리즘의 복잡도 및 지연 시간 등을 비교하였으며 분석 결과를 통해 제안한 알고리즘이 제어 트래픽 오버헤드를 줄이고 데이터 처리량은 증가시킴을 살펴보았다.

I. 서 론

MANET(Mobile Ad hoc Network) 네트워크는 긴급구조 또는 군대의 전술 상황시 통신의 지원 및 건설현장에서 사용되는 등 광범위한 분야에서 제한된 환경에서도 신속하면서도 강력하게 통신 방법을 제공 및 배포 할 수 있다 [1]. 현재 하이브리드 라우팅 프로토콜로 알려진 ZRP(Zone Routing Protocol)가 MANET에서 적용되면서 네트워크의 다양한 조건에 적응하는 확장성의 장점을 제공하고 있다.

Independent zone routing protocol(IZRP)는 이러한 ZRP의 효율성을 향상시키기 위해 제안된 방법으로써, 최소 탐색 방법(Min search scheme)을 제안한다 [1][2]. 하지만 최소 간격 측정 후에 Zone Radius(ρ)의 변화는 네트워크를 불안정한 상태로 이끌고 갈 위험성이 있으며, 동적 네트워크 환경에서 최적 영역 반경을 동적으로 변경할 수 있는 방법이 없으므로, ZRP와 IZRP에 대한 우려가 언급된 논문이 존재하는 것 또한 현실이다 [3][4][5].

이 분야에는 아직도 생체모방기술[6][7][8]을 통해 문제점을 극복하려 시도한 연구가 매우 적다. 대표적으로는 Dynamic Network Condition의 질 향상을 위해 제안한 프로토콜인 Ant based Dynamic Zone Routing(AD-ZRP)과, Ant Colony Optimization(ACO)의 결합이 있다 [9].

생체 모방 기술 분야는 무선 통신의 성능 향상을 위한 연구주제로 가치가 높다. 본 논문에서는 앞서 언급한 IZRP의 문제점을 해결하기 위한 새로운 알고리즘으로 벌들의 행동양식에 기반한 새로운 존 라우팅 결정 기법을 제안한다.

모의실험을 통해 제안된 알고리즘의 성능을 검증하기 위하여 실행 시간에 관하여 IZRP의 Zone radius determination Algorithm과의 비교 과정을 수행하였다. 결과를 통해 제안된 알고리즘이 제어 트래픽의 오버헤드를 줄이고, 네트워크의 처리량을 향상시킬 수 있음을 보여주었다.

본 논문의 구성은 2장에서 벌의 행동양식을 바탕으로 만들어진 ABC 알고리즘에 대해 설명하고, 이를 바탕으로 새로운 존 라우팅 결정 기법을 제안한다. 3장에서는 제안하는 알고리즘과 기존 알고리즘들 간의 성능을 비교한다.

II. 벌의 행동양식에 기반한 새로운 존 라우팅 결정 기법

본 논문에서는 Artificial Bee Colony(ABC) 알고리즘 [10][11]을 기반으로 하는 새로운 알고리즘을 제안한다. 생태 모방 알고리즘중 하나인 ABC 알고리즘은 Karaboga에 의해 도입 된 군집 기반(swarm-based) meta-heuristic 알고리즘이다.

그림 1은 꿀 채집을 위해 벌이 채집지 정보를 공유하는 과정을 보여주고 있다. ABC 알고리즘에서는 벌을 정찰벌(Scouter), 채집벌 Eb(Employed or Forager), 대기벌 Ob(Onlooker)로 구분하였는데 모든 벌은 세 가지 역할을 각각 번갈아 가며 수행한다.

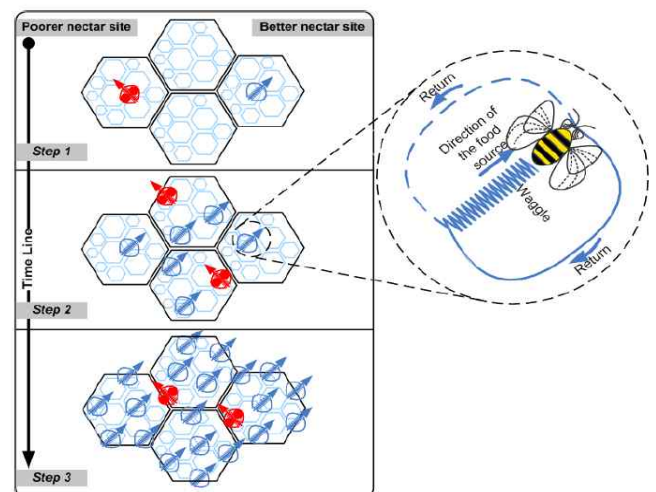


그림 1. 벌들이 채집지의 정보를 공유하는 과정

각 단계는 벌들이 꿀을 채집하러 가기 전에 여러 채집지중 좀 더 나은 장소를 선택하기 위한 방법의 일환으로 시행된다. ABC 알고리즘은 3단계로 나누어져 있는데 그 3단계는 다음과 같다.

- (1) 정찰벌들이 주변에 꿀이 많은 곳을 찾아 벌집으로 돌아와 8자춤 (Waggle dance)을 추면서 대기벌들에게 꿀의 위치와 양을 알린다. 이때 8자춤의 진동수는 해당 장소의 꿀의 양을 나타낸다 [12].
- (2) 2시간 정도가 흐르면, 많은 주변 대기벌들은 여러 8자춤을 통해 얻은 채집지 정보 중 좀 더 나은 채집지의 정보를 담은 8자춤을 따라추면서 좀 더 나은 채집지의 정보를 이웃 벌들과 함께 판단 및 공유한다.
- (3) 몇 시간이 흐르면 채집벌들은 대기벌이 추는 춤을 통해 좋은 채집지를 결정하고 꿀을 채취하기 위해 나선다. 이때 정찰벌은 좀 더 나은 채집지를 찾는 (1)의 과정을 수행한다.

본 논문에서는 위의 과정을 기반으로 만들어진 ABC알고리즘 [13]을 수정하여 새로운 IZRP 알고리즘을 제안한다.

Algorithm 1 Proposed algorithm to reduce overall control traffic in IZRP

```

1: procedure PROPOSED ALGORITHM
2: Input:  $n = Z(\rho)$ ; // total control traffic corresponding to the number of hops of nodes' zone radii in the network.
3: Output: Optimal Zone Radius ( $\rho_{optimal}$ );
4: for Process  $n$  do
5:   if  $Z(\rho) \neq Z(\rho)_{previous}$  then
6:     Check the difference of nodes's zone radii  $\Delta\rho$ .
7:     if  $\Delta\rho = |\rho_i - \rho_j| < 2$  then
8:       node  $i$  requests the adjacent nodes to directly change  $\Delta\rho$  by sending a message URM( $\Delta\rho$ );
9:     else
10:      node  $i$  requests the adjacent nodes to directly change  $\Delta\rho$  by sending a message DRM( $\Delta\rho$ );
11:    end if
12:  end if
13:  if  $\rho_{current} < \rho_{optimal}$  then
14:     $I_{E_j}$  increases,  $I_{A_i}$  decreases.
15:  else
16:     $I_{A_i}$  increases,  $I_{E_j}$  decreases.
17:  end if
18:  Obtain  $\Gamma(\rho) = \frac{I_{E_j}}{I_{A_i}}$ .
19:  if  $\Gamma(\rho) > \Gamma_{threshold}(\rho)$  then4
20:     $\rho_{optimal} = \rho_{current}++$ ;
21:  else
22:     $\rho_{optimal} = \rho_{current}--$ ;
23:  end if
24: end for
25: Return: Min Search Scheme;
26: end procedure

```

여기에서 ρ 는 Zone radius 이고, $Z(\rho)$ 는 현재 IZRP 트래픽의 총량을 나타낸다. URM은 Up-Radius Message 이고, DRM은 Down-Radius Message이다. I_E 와 I_A 는 각각 Reactive Traffic, Proactive Traffic을 나타낸다. 마지막으로 $\Gamma_{thres}(\rho)$ 는 미리 정해진 임계치의 값을 의미한다.

III. 모의실험 결과

제안한 알고리즘의 성능을 분석하기 위하여 네트워크 시뮬레이터(NS2)를 사용하였다. 시뮬레이션 환경은 ZRP와 IZRP 프레임 워크를 시뮬레이션 할 수 있도록 구현되었으며, 5~30개의 노드들이 300 x 300m²의 사각형 영역에 무작위로 흩어져 있는 여러 가지 노드를 포함한다.

그리고 각각의 노드는 포아송 분포에 따라 0~30 m/s의 일정한 속도로 움직인다. 그림 2는 제안한 알고리즘의 평균 계산 복잡성이 IZRP 알고리즘보다 $n=2,000$ 에서 10%정도가 낮음을 보여주며, n 의 값이 10,000~20,000 으로 증가할 때, 이 값들은 20~23%로 증가한다.

그림 3의 (a)는 300초 동안 생성된 정규화 된 트래픽 오버헤드의 총량을 보여주는데, 이는 ZRP와 비교했을 때 최소한 30%~40%가 낮음을 보여준다. 또한 그림 3의 (b)는 IZRP에서 패킷손실의 수가 ZRP보다 훨씬 낮음을 보여준다. 이는 IZRP의 노드가 동적으로 네트워크의 상태에 따라 ρ 를 변경하기 때문이다.

그 결과 평균 점대점 지연시간(End to end delay)가 크게 감소된 결과를 그림 3의 (c)에서 볼 수 있다. 제안된 알고리즘은 제어 트래픽 오버헤드를 감소시키고, 처리량 및 최적의 ρ 를 동적으로 변경하여 적응 할 수 있는 능력을 향상시켰다, 따라서 제안된 알고리즘은 높은 제어 트래픽 오버헤드와 낮은 처리량의 주요 원인인 ρ 의 낮은 지연 확장성(Low-latency scalability)을 방지할 수 있음을 확인하였다.

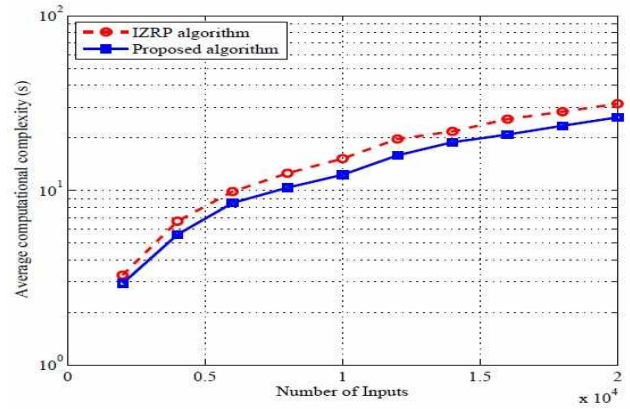
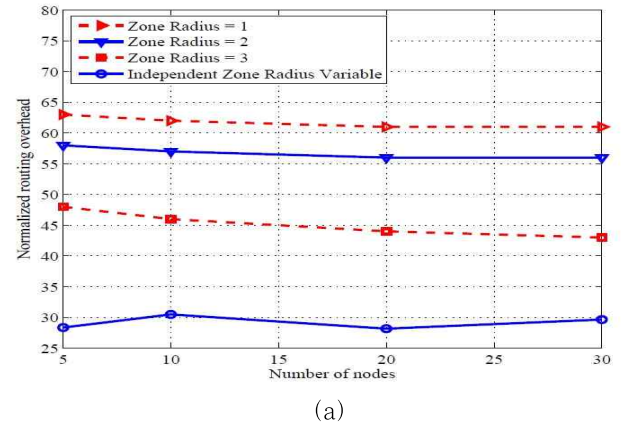
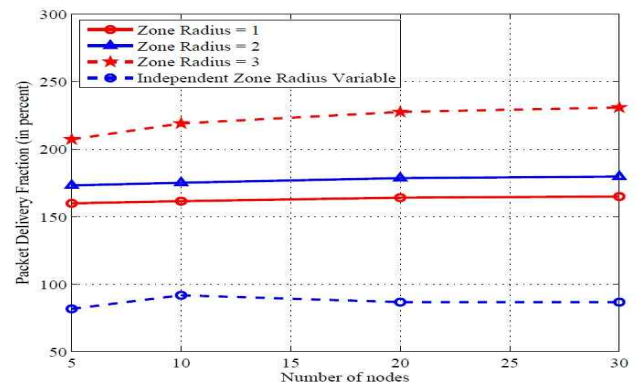


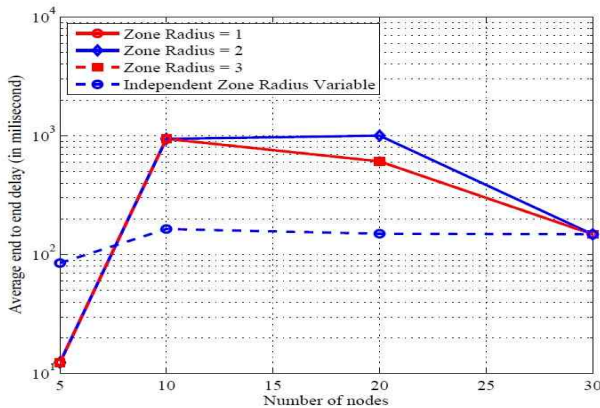
그림 2. 제안한 알고리즘의 계산 복잡도



(a)



(b)



(c)

그림 3. ZRP와 IZRP 비교분석
(a)트래픽 오버 헤드의 총량, (b)패킷손실 비교,
(c)점대점 지연시간 비교

III. 결론

본 논문에서는 MANET 노드들의 이동성을 위한 고효율 존 라우팅 결정 기법에 대해 제안하였다. 제안된 방식은 MANET의 이용효율을 개선하는데 매우 효율적임을 확인하였다. 또한 모의실험을 통해 기존 라우팅 알고리즘의 복잡도 및 지연 시간 등을 비교 분석하고 이의 효용성을 확인하였다.

분석 결과를 통해 제안된 곤충의 행동 양식에 기반한 IZRP의 존 라우팅 결정 기법이 제어 트래픽 오버헤드를 줄이고 데이터 처리량은 증가시킴을 살펴보았다. 앞으로의 연구 방향은 우리가 제안한 알고리즘이 현재의 IZR보다 효율을 향상시킴을 증명하기 위하여 수정된 IZR을 무선노드 장치를 이용해 구현해보고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by National Research Foundation of Korea (NRF) under grant No. 2012-0008130.

참 고 문 헌

- [1] P. Samar, M. Pearlman, and Z. Haas, "Independent zone routing: an adaptive hybrid routing framework for ad hoc wireless networks," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 12, no. 4, pp. 595-608, Aug. 2004.
- [2] Z. Haas, M. Pearlman, and P. Samar, "The zone routing protocol(zrp) for ad hoc networks," *IETF, MANET Internet Draft*, Jul. 2002.
- [3] D. Ravilla, V. Sumalatha, and P. C. S. Reddy, "Performance comparisons of zrp and izrp routing protocols for ad hoc wireless networks," in *International Conference on Energy, Automation, and Signal*, Dec. 2011, pp. 1-8.
- [4] —, "Hybrid routing protocols for ad hoc wireless networks," *International Journal of Ad hoc, Sensor & Ubiquitous Computing(IJASUC)*, vol. 2, no. 4, Dec. 2011.
- [5] S. Gandhi, N. Chaubey, P. Shah, and M. Sadhwani, "Performance evaluation of dsr, olsr and zrp protocols in manets," in *International Conference on Computer Communication and Informatics*, Jan. 2012, pp. 1-5.

- [6] Zhanshan Ma, Axel W. Krings, "Insect sensory systems inspired computing and communications," *International Journal of Ad hoc Networks*, Vol. 7, No. 4, June 2009, pp. 742-755.
- [7] S. Toupis, "Mother nature knows best: A survey of recent results on wireless networks based on analogies with physics," *International Journal of Computer Networks*, Vol. 52, No. 2, February 2008, pp. 360-383.
- [8] Falko Dressler, Ozgur B. Aken, "A survey on bio-inspired networking," *International Journal of Computer Networks*, Vol. 54, No. 6, April. 2010, pp. 881-900.
- [9] A. Okazaki and A. Frohlich, "Ad-zrp: Ant-based routing algorithm for dynamic wireless sensor networks," in *18th International Conference on Telecommunications*, May. 2011, pp. 15-20.
- [10] D. Karaboga, "An idea based on honey bee swarm for numerical optimization," *Tech. Rep.*, 2005.
- [11] S. Okdem, D. Karaboga, and C. Ozturk, "An application of wireless sensor network routing based on artificial bee colony algorithm," in *IEEE Congress on Evolutionary Computation*, Jun. 2011, pp. 326-330.
- [12] T. D. Seeley, *Honeybee Democracy*, Princeton University press, 2010.
- [13] Dervis Karaboga, and Bahriye Akay, "A Comparative study of Artificial Bee Colony algorithm," in *Applied Mathematics and Computation*, 2009, pp.113-114