

Bloom Filter 를 이용한 AODV 의 지연시간 향상 방안

김학원*, 김광수**, 윤병성***, 노병희**

*아주대학교 일반대학원 NCW 학과

**아주대학교 일반대학원 컴퓨터공학과

***아주대학교 일반대학원 소프트웨어특성화학과

e-mail : { kimhakwn, zubilan, byungseong-my, bhroh }@ajou.ac.kr

Delay Improving Mechanism for AODV using Bloom Filter

Hakwon Kim*, Kwangsoo Kim**, Byungseong Youn***, and Byeong-hee Roh**

*Dept. of NCW Engineering, **Dept. of Computer Engineering, ***Dept. of Software Graduate School at Ajou University

요 약

전투무선망은 망토폴로지 변화가 심하고 대역폭, 전원 등 자원이 제한되는 ad-hoc 망의 특성을 가지기 때문에 발생하는 데이터 전송 지연은 임무 성공에 결정적 영향을 미칠 수 있다. 따라서 전투무선망에는 망토폴로지 변화에 강한 AODV 를 기반으로 성능 개선을 위한 다양한 방법들이 제안되어 왔다. 그러나 Reactive 방식의 알고리즘이 가지는 경로탐색시간 동안 데이터를 보낼 수 없는 문제로 인하여 발생하는 지연시간을 줄이기 위한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 Bloom Filter 에 담아 미리 수집한 이웃 노드의 정보를 이용하여 AODV 의 경로탐색 및 경로복구시간 동안 데이터를 전송하는 것으로 전송지연을 줄인다. 제안된 방법을 적용 시 AODV 를 이용할 때보다 향상된 지연시간 성능을 얻을 수 있다.

1. 서론

전투무선망 또는 재해지역 등 유선 인프라가 제한되는 이동 무선환경에서는 안정적인 실용적인 ad-hoc 라우팅 기술이 필요하다. 특히 전투무선망은 대역폭, 전원 등 resource 가 제한되는 것 이외에도 이동 및 운용 환경 등으로 인한 망토폴로지 변화가 심하고, 특히 화생방 상황이나 적의 미사일 공격 등 아군의 전력 유지에 중요한 정보에 대하여, 정보 전달 지연을 최소화 할 필요가 있다.

이러한 전투무선망은 동적인 이동성으로 인하여 망토폴로지의 변화가 극심하므로 MANET 환경에 강한 AODV [1]를 기반으로 하는 것이 유리하다. 하지만, 데이터 전송 요구 시에 해당 경로가 존재하지 않을 경우 경로 탐색이 완료될 때까지 데이터 전송을 할 수 없는 문제점이 있다.

AODV 의 이러한 경로탐색 지연시간에 대하여, local repair 시간을 단축시키는 방법과 multipath 등을 지원하는 방법, hybrid 방법 등의 연구가 진행되어 왔으나 경로탐색을 줄일 수 있는 근본적인 해결책은 제시하지 못하고 있다.

본 논문에서는 AODV 를 기반으로 Bloom Filter 를 이용하여 이웃 노드의 정보를 수집한다. 경로단절 시 경로 복구를 수행함과 동시에 Bloom Filter 를 이용하여 데이터를 전송하게 하는 Hybrid 라우팅 방법을 제안한다. 제안하는 알고리즘을 이용하여 전투무선망에서의 중단간 지연시간을 단축하는 결과를 얻을 수 있다.

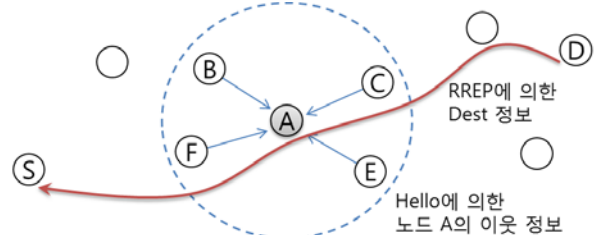
2. Bloom Filter 를 이용한 지연시간 향상 방법

Bloom Filter (BF)[2]는 공간효율적이고, 확률적 특성을 갖는 bit-vector 자료 구조로서 특정 집단의 구성요소들을 저장하거나, 주어진 구성요소가 집단의 멤버인지 검사하는 기능에 사용된다.

본 논문에서는 Reactive 방식의 AODV 를 이용하여 전투무선망의 극심한 망 토폴로지 변화를 극복하고, 추가로 Proactive 방식의 Bloom Filter 를 적용하여 경로 부재 시의 데이터 전송 방향을 결정하는 Hybrid 방식의 라우팅 프로토콜을 제안한다.

A. 개요

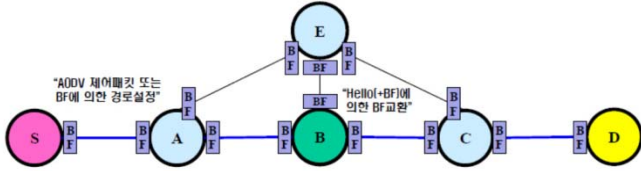
본 논문에서 제안하는 라우팅 방법은 자신의 이웃 노드들의 정보와 RREP 로부터 수집한 목적지들의 정보를 BF 에 저장하여 AODV 의 Hello 메시지에 담아 전달하고, 경로 부재 시에 BF 를 검색하여 원하는 목적지까지의 경로를 찾아내어 별도의 경로탐색 지연시간 없이 데이터를 바로 전송할 수 있다.



(그림 1) 노드 A 의 BF 에 포함되는 노드들

B. 이웃 노드 정보 및 RREP 경로 수집

Bloom Filter 에 저장하는 이웃 노드들의 정보 및 RREP 로부터 얻은 목적지의 정보는 (그림 1)에서 보듯 현재의 노드에서 도달할 수 있는 노드들이라 할 수 있다. (그림 2)와 같이 각 노드는 생성된 BF 를 Hello 메시지에 담아 주기적으로 전송하게 되고, Hello 메시지를 받은 노드는 Hello 메시지로부터 BF 를 추출하여 해당 이웃 노드에 대한 BF 로 저장한다.



(그림 2) Hello 에 의한 BF 정보 교환 및 설정

C. 경로 부재 시 동작 과정

본 논문에서 기반으로 하는 AODV 는 Reactive 방식의 라우팅 프로토콜로서, 데이터의 전송요청 시에만 경로를 탐색하여 경로를 설정하고, 데이터를 전송하도록 되어 있다. 본 논문에서는 (그림 3) 과 같이 이러한 AODV 의 경로 설정 과정과 이웃 노드 정보에 같이 저장하고 있는 BF 를 확인하는 과정을 동시에 진행하여 BF 에서 목적지 노드가 발견되면 경로설정 이전에 데이터를 전송할 수 있도록 한다.

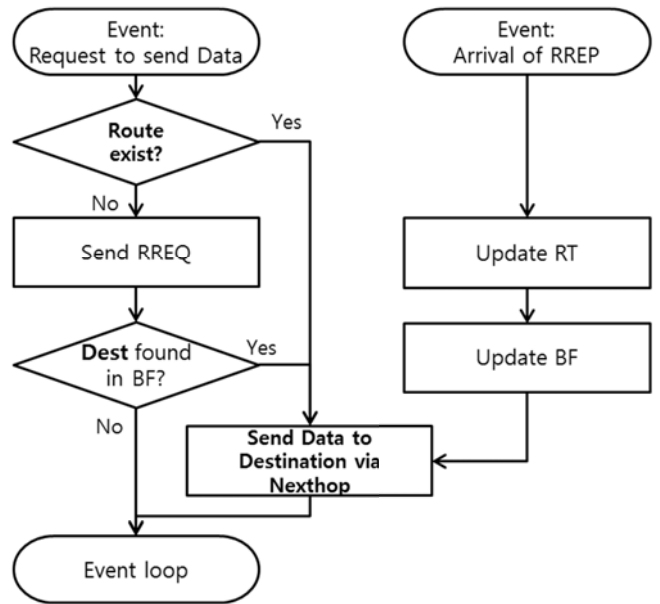
이웃 노드의 BF 에서 목적지가 발견되었다는 것은 이웃 노드의 이웃 노드 (2 hop neighbor)가 목적지이거나 이웃 노드가 RREP 로부터 전달 받은 목적지 정보를 가지고 있다는 것을 의미하는 것으로, 다음 홉 정보(Nexthop) 가 없는 상황에서 RREQ 를 이용한 경로 설정 이전에 데이터를 전송할 수 있다.

D. 경로간 우선순위

본 논문에서 제안하는 라우팅 방법은 Reactive 방식의 AODV 를 이용한 경로와 BF 를 이용한 경로의 두 가지를 동시에 유지하는 방식이다. AODV 라우팅 테이블이 BF 를 이용한 정보보다 우선한다. 따라서, 데이터 전송 요구가 있을 경우, AODV 라우팅 테이블에 경로가 존재한다면 AODV 를 이용한 경로로 데이터가 전달이 되고, 없다면 BF 를 이용한 경로를 검색하여 전달한다. 차후, AODV 의 Route Discovery 또는 Local Repair 를 통하여 경로가 설정된 경우에는 현재 상황에서의 최적의 경로를 찾았다고 판단하여 AODV 의 경로를 이용하여 데이터를 전송한다.

E. 성능 결과

본 제안 방법의 성능 평가를 위하여, 50 개의 노드가 1km × 1km 의 전장을 Random Waypoint 의 방법으로 끊임없이 이동하는 상황 (Pause time: 0)을 가정하여 실험하였다. 전투무선망의 동적인 상황을 반영하기 위하여, 각 노드의 이동 속도는 25m/s 로 움직이도록 설정하였으며, 5 개의 노드에서 VoIP 패킷 (80bit/packet, 10ms)을 발생시킨다. Delay 평균에 대하여 AODV 는



(그림 3) 경로 부재 시 동작 과정

0.238 초 이고, 본 제안 방법은 0.195 초의 결과를 얻어 약 18% 정도의 지연시간 감소를 보였으며, 보다 일반적인 환경에서도 성능 향상이 충분히 가능할 것으로 기대한다.

3. 결론

전투무선 환경에서는 음성통신 및 긴급 데이터 전송 등을 위해 신뢰성 있고 전송지연이 적은 Ad-hoc 라우팅 알고리즘이 필요하다. 이를 위하여 다양한 AODV 개선 알고리즘들이 제안되었으나 경로탐색 동안의 전송지연을 개선할 수 있는 방법은 미흡하였다.

따라서 본 연구에서는 전투무선망에 유리한 조건을 갖춘 Reactive 라우팅 알고리즘인 AODV 를 기반으로 AODV 의 경로탐색 및 경로복구 기간 동안 데이터 전송지연 감소를 위해 Proactive 개념의 Bloom Filter 를 적용한 Hybrid 라우팅 방법을 제안하였다.

제안된 방법은 AODV 보다 종단간 지연시간 측면에서 성능이 향상되는 것을 실험을 통하여 확인하였다. 제안 방법은 종단간 지연에 민감한 음성통화나 최단 시간 내에 긴급 메시지를 전송해야 하는 Ad-hoc 라우팅 기반의 무선통신에 유용하게 적용될 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음. (NIPA-2013-(H0301-13-2003)).

참고문헌

[1] C. E. Perkins and E. M. Royer, "Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing," *WMCSA '99. 2nd IEEE Workshop*, pp. 90-100, New Orleans, LA, Feb. 1999.
 [2] B. H. Bloom, "Space/time trade-offs in hash coding with allowable errors," *Magazine, Communications of the ACM*, vol. 13, issue 7, pp. 422-426, Jul. 1970.