Ad Hoc Network에서 Neighbor Topology을 고려한 Dynamic Adaptation Query Flooding

이학후[O] 안순신
고려대학교 전자컴퓨터공학과
{hhlee[O], sunshin}@dsys.korea.ac.kr

Dynamic Adaptation Query Flooding Considering Neighbor Topology in Ad Hoc Networks

Hakhu Lee[O] , Sunshin An
Dept. of Electronics and Computer Eng, Korea University

요 약

Mobile Ad hoc network은 stationary infrastructure의 도움 없이 이동 노드들이 필요 시 multi-hop wireless links network 형태를 구성하여 통신이 이루어지게 하는 network이다. 따라서 효율적인 라우팅 프로토콜의 개발이 중요한 issue인데 최근에는 routing overhead가 적은 on-demand 프로토콜이 주목을 받고 있다. On-demand 프로토콜은 새로운 route을 구성하기 위해서 query packet을 broadcasting하게 되는데, 특히 노드들의 mobility가 많은 mobile ad hoc network(MANET)의 경우에는 더욱더 자주 발생하게 되는데, blind broadcasting은 neighbor 노드들 간의 radio transmission region overlap에 의해 redundancy, contention, collision 같은 broadcast storm 문제를 발생시키게 된다.

본 논문은 on-demand 프로토콜의 broadcast storm 문제를 해결하기 위해 Neighbor Topology을 고려한 Dynamic Adaptation Query flooding scheme을 제시한다. 또한 Dynamic Adaptive Query flooding scheme은 broadcast storm 문제 해결 뿐만 아니라 network의 congestion을 감소시켜 data packet의 성능 향상에도 기여 할 것이다.

1. 서론

Ad hoc network은 stationary infrastructure없이 이동 노드들이 필요시 network 형태로 구성하여 통신하는 방식으로 노드들의 무선 전송 범위가 제한적이기 때문에 각 노드들은 일종의 router로의 기능을 수행하여 multi-hop wireless link로 연결되어 다른 노드들에게 데이터를 forwarding 하게 되는데 Ad hoc network에서는 노드들의 이동성 때문에 노드들 간의 연결 topology가 아주 dynamic하게 변경되며 이러한 특성으로 인해 적응성이 높은 라우팅 방법(highly adaptive routing scheme)이 요구되고 있다. [1]

많은 ad hoc network 프로토콜들은 control message을 전달하는 방식으로 모든 neighbor 노드들에게 control message을 전달하여 전체 network상으로 전달하는 flooding(i.e., blind flooding)이라는 기본 mechanism을 적용하고 있는데 이와 같이 blind flooding은 redundant rebroadcast packet 및 collision, wireless medium의 congestion 증가라는 치명적인 단점이 있어 network의 전체 성능을 저하시키는 주요한 원인을 제공하고 있다.

이에 본 논문은 ad hoc network에서의 blind flooding의 문제점을 해결하기 위해 Neighbor Topoploy을 고려한 Dynamic Adaptation Query flooding을 제안한다. Ad hoc network상의 각각의 노드들이 자신의 존재 유무를 주기적으로 알려주는 역할을 하는 hello message을 이용해서 노드들은 neighbor 노드 table을 구성하게 된다. 이때 table을 구성하는 주요 metric은 노드들간의 stability의 정도를 알려주는 associativity ticks, neighbor 노드 location 그리고 speed 정보 등으로 구성하게 된다. 이러한 neighbor 노드 table이 있는 주요 metric을 이용해서 flooding시 query message을 받은 노드들은 자신이 rebroadcast을 해야 하는지 아니면 drop을 시켜야 할지를 결정하게 된다.

본 논문의 구성은 2절에서는 관련연구, 3절과 4절에서는 Neighbor Topology을 고려한 Dynamic Adaptation Query flooding scheme, 5절에서는 결론 및 향후 과제를 기술한다.

2. 관련연구

2.1 AODV 라우팅 프로토콜 및 flooding

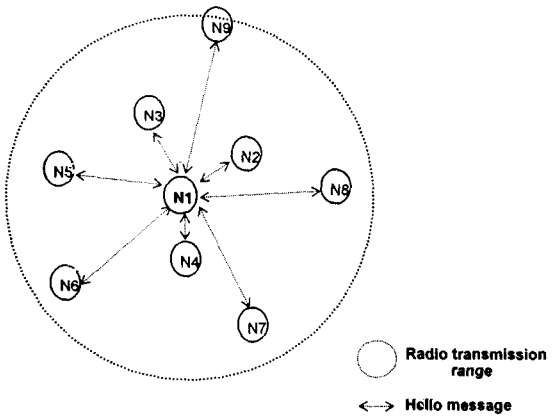
on-demand 방식의 라우팅 프로토콜로 원시(source) 노드에서는 목적지(destination) 노드 까지의 경로를 구성하기 위

해 flooding 방식으로 RREQ(Route Request) source-initial 경로 discovery을 수행하여 목적지 노드까지의 single path을 구성하게 되는데 Ad hoc network의 특성상 각 노드들은 dynamic하게 이동하게 되고 이에 중간 노드의 이동에 의한 경로 breakage시 local 경로 복구 (route repair)에 의해 복구를 시도하고 실패시 원시 노드로 경로 failure 메시지를 전송하여 source-initial 경로 rediscovery을 수행하는 방식이다. 그러나 다른 ad hoc network 프로토콜과 마찬가지로 blind flooding에 의한 경로 discovery을 수행하게 되어 collision, redundancy, contention 등의 flooding mechanism의 단점에 의해 network 전체의 성능이 저하되는 문제점이 있다.

2.2 ABR 프로토콜

Ad hoc network 상의 각 노드들 간의 결속 안정성 (association stability)을[2] 기초로 경로를 구성하는 방식으로 각 노드들은 주기적으로 beacon을 발생시켜 associativity 테이블을 갱신하고 associativity ticks[2] 값이 높은, 즉 결속력이 상대적으로 높은 노드간에 경로를 구성하여 경로 rediscovery의 발생 수를 줄이도록 한다.

3. Maintain Neighbor Topology



[그림 1] Neighbor Topology Maintain

[그림 1]과 같이 Mobile Ad Hoc Network상에 있는 노드들은 자신의 존재 유무를 neighbor 노드에게 주기적으로 broadcasting을 하여 알려주는 hello(i.e, beacon) 메시지를 활용하여 인접 노드(neighbor node)들의 topology 정보와 hello 메시지를 받을 때 마다 값이 순차적으로 증가되는 associativity tick 값을 인접 노드 테이블(neighbor node table)[2]에 저장하여 관리를 하게 된다.

[표 1]은 N1 노드의 neighbor 노드 테이블을 나타내는 것으로 associativity 한계값(threshold)[2]은 ABR에서 제시하는 한계값 구하는 방식인 즉, 노드의 속도, hello 메시지 주기, 무선 전송 범위(radio transmission range)등의 인자(parameter)을 참조하여 변형하여 구하게 된다. N1 노드에서는 무선 전송 범위 내에 있는 각 노드에서 보내온 hello 메시지를 참조하여 neighbor 노드 테이블을 관리하게 되는데 distance parameter는 각 노드에서 보내온 GPS(Global Positioning System) 장치를 이용한 위치 정보를 이용하거나 또는 수신된 Signal Strength에 의해 구하게 된다.

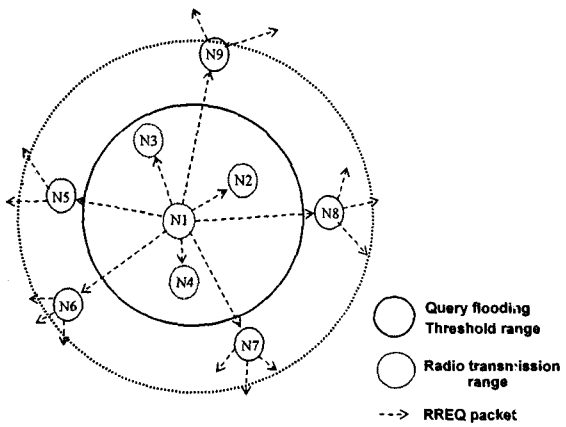
이와 같이 neighbor 노드 테이블 정보를 이용해서 각 노드들은 무선 전송 범위내의 이동 노드들 중에서 어떤 노드가 stable 노드 인지를 알 수 있게 된다.

S(Stable link), U(Unstable link)

Neighbor Nodes	Associativity Ticks	Link Delay	Distance/ Speed	Link Status
N2	5	1.1	70/10	U
N3	11	0.8	100/13	S
N4	12	0.7	80/5	S
N5	7	1.2	180/15	U
N6	8	1.4	210/7	U
N7	15	0.6	220/16	S
N8	20	0.5	215/3	S
N9	6	1.3	240/8	U

[표 1] N1 neighbor 노드 테이블 ($A^{Threshold} = 10$)

4. Dynamic Adaptation Query flooding



[그림 2] dynamic adaptation query flooding

[그림 2]는 ad hoc network상에서 각 노드에서 blind flooding 대신 dynamic adaptation query flooding을 보여 주는 것으로 다음과 같은 알고리즘이 적용되어 진행이 된다.

제 3절에서 소개된 것처럼 mobile ad hoc network 상의 각 노드들은 neighbor 노드 테이블을 유지 관리하게 되는데 이때

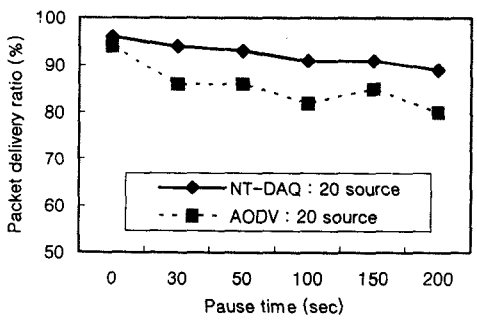
blind flooding 문제점인 redundant rebroadcast, contention, collision을 해결하기 위해 neighbor 노드 테이블을 참조하여 [그림 2]와 같이 query flooding threshold zone, 즉 stride zone을 형성하게 된다.

Stride zone의 반경(radius)은 neighbor 노드 테이블의 distance, speed parameter에 의해 결정하게 되는데 알고리즘은 다음과 같다.

R = (average distance of neighbor nodes) ± α (average speed of neighbor nodes - speed of my node)

α : a hello packet interval constant

이와 같이 ad hoc network상의 모든 노드들은 각각의 stride zone을 neighbor 노드 테이블의 data에 따라 dynamic하게 적용을 하게 된다. 신규 경로를 생성하기 위해 RREQ(Route Request) flooding시 RREQ packet에 stride zone 반경 정보를 함께 포함해서 flooding하게 되면 RREQ packet을 받은 각 노드들은 RREQ packet의 signal strength 또는 GPS 장치를 이용해서 자신의 위치(Location)가 query flooding threshold zone에 있는지 아닌지를 확인한 후 rebroadcast 여부를 결정하게 된다. 이렇게 하면 RREQ packet의 rebroadcast을 상당히 줄이는 효과가 있어 blind flooding 문제점인 redundant rebroadcast, contention, collision 해결을 통한 ad hoc network 전체의 성능(Performance) 또한 크게 향상될 것이다.



[그림 3] Packet delivery ratio (NT-DAQ and AODV)

본 논문에서는 성능 평가(Performance evaluation)를 VINT Project로 개발된 NS-2 네트워크 Simulator[3]을 이용하여 NT-DAQ (Neighbor Topology based Dynamic Adaptation Query flooding) scheme을 AODV 프로토콜에 적용하여 기존의 AODV 프로토콜과의 성능 비교를 하였다. Simulation 환경으로 IEEE 802.11 radio과 MAC model 및 radio transmission range가 250 meters, packet rate은 3 packets/sec에 적용된 50개의 mobile 노드들을 670 m X 670m 지역(area)에 초기에 random 하게 배치시키고 이 후 노드들은 random하게 이동하며 각각 pause 시간을 0 ~ 200초, speed을 random하게 0 ~ 20 m/s까지 변화를 주면서 시험하여 성능 비교를 하였다. [그림 3]은 이와 같은 simulation 환경에서 NT-DAQ와 AODV의 packet delivery metric을 비교한 것으로 NT-DAQ가 적용된 AODV가 delivery ratio가 좋음을 알 수 있다. 이것은 NT-DAQ가 ad hoc network 전체의 routing overload을 줄여 broadcast storm 문제를 해결하였기 때문이다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

control packet을 모든 neighbor 노드들에게 전달하는 mechanism인 flooding은 많은 event을 수행하기 위한 common 기능이면서 동시에 neighbor 노드들 간의 radio transmission region overlap에 의해 redundancy, contention, collision 같은 broadcast storm 문제를 발생시키는 문제점이 있어 본 논문에서는 neighbor 노드의 topology 정보를 이용한 dynamic adaptation flooding mechanism을 통해 이와 같은 broadcast storm 문제를 해결해 보았다.

Dynamic adaptation flooding considering neighbor-topology mechanism은 기존의 blind flooding 방식보다 훨씬 RREQ packet수를 줄여 broadcast storm 문제 뿐만 아니라 RREQ packet과 data packet의 collision 등을 줄여 ad hoc network 전체의 성능도 상당이 향상됨을 알 수 있다.

앞으로 neighbor 노드 테이블에 있는 다양한 parameter을 이용한 즉, stride zone에 있는 노드라도 stable 노드이면 rebroadcast을 하는 등의 QoS aware dynamic adaptation flooding mechanism을 적용하여 ad hoc network 전체의 성능을 더욱더 향상시키는 방법을 연구할 계획이다.

6. 참고 문헌

[1] Perkins, C.E, Royer, E.M, Das, S.R, " Performance Comparison of Two On-demand Routing Protocols for Ad Hoc Networks" , Wireless Personal Communication, vol.8, pp.16-28, Feb. 2001

[2] C.K Toh, " Ad Hoc Mobile Wireless Networks" ,PH PTR, 2002

[3] The VINT Project, The UCB/LBNL/VINT Network Simulator-ns(version 2), http://www.isi.edu/nsnam/ns