

Ad Hoc Network에서 Associativity을 고려한 Redundancy 경로 라우팅

이학후^o 안순신
고려대학교 전자컴퓨터공학과
{hlee^o, sunshin}@dsys.korea.ac.kr

Redundancy Path Routing Considering Associativity in Ad Hoc Networks

Hakhu Lee^o, Sunshin An
Dept. of Electronics and Computer Eng, Korea University

요 약

Ad hoc network은 stationary infrastructure의 도움 없이 이동 노드들이 필요 시 network 형태를 구성하여 통신이 이루어지게 하는 network으로 ad hoc network 환경에 맞는 다양한 라우팅 프로토콜들이 개발되었고 크게는 table-driven, on-demand 방식으로 나눌 수 있는데 on-demand 방식의 AODV 프로토콜은 routing overhead가 적다는 장점이 있는 반면 single path로 data forwarding을 진행하여 중간 노드의 이동에 의한 path가 broken되는 경우 local routing을 하거나 새로이 source-initialed route rediscovery을 수행하여 전송 delay 및 control traffic overhead 등을 높이는 결과를 발생 시켰다.

본 논문은 single path로 구성되는 AODV 프로토콜의 route failures시 문제점을 보완한 Associativity Based Redundancy path Routing(ABRR) 및 Alternate Redundancy path Routing(ARR) schemes을 제안한다. 첫째, ABRR은 main path상에 있는 각 노드들은 associativity based stable node 정보를 이용하여 path broken 이전에 local redundancy path을 구성하여 path broken시 local routing없이 route을 복구할 수 있게 하고 둘째, ARR은 source-initialed route discovery에 의해 alternate path을 구성하여 ABRR 그리고 local routing에 의해 main route recovery 실패 시 alternate path을 main path로 전환하여 control traffic overhead 및 전송 delay을 줄이게 한다.

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 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]

Ad hoc network에서의 라우팅 프로토콜은 크게는 table-driven, on-demand 방식으로 구분할 수 있는데 on-demand 방식이 control traffic 및 라우팅 overhead가 적다는 장점이 있는데 on-demand 방식의 대표적인 프로토콜인 AODV 프로토콜은 single path로 구성이 되어 route failure시 재설정을 위한 전송 delay 및 control traffic overhead을 발생시키는 문제점을 발생하게 된다.[2]

이에 본 논문은 Associativity Based Redundancy path Routing (ABRR) 및 Alternative Redundancy path Routing (ARR)을 제안하여 최초 경로 구성(initial route setup)시 main path 뿐만 아니라 alternative path도 같이 설정을 하고 path상의 각각의 노드들은 hello 메시지를 이용한 associativity based stable 노드 정보를 구축하고, 이를 이용하여 local redundancy path을 미리 구성하여 노드의 이동에 의한 경로 장애시 미리 설정되어 있는 redundant path로 전환하여 local discovery을 위한 전송 delay 및 control traffic overhead을 줄이게 된다. ABRR 및 local 경로 복구 방식에 의해 main path을 복구할 수 없을 시는 source-initial route discovery을 재 수행하지 않고 기존에 구성되어 있는 alternative path로 데이터를 전송하게 한다.

본 논문의 구성은 2절에서는 관련연구, 3절에서는 제안 아이디어, 4절에서는 결론 및 향후 연구과제를 기술한다.

2. 관련연구

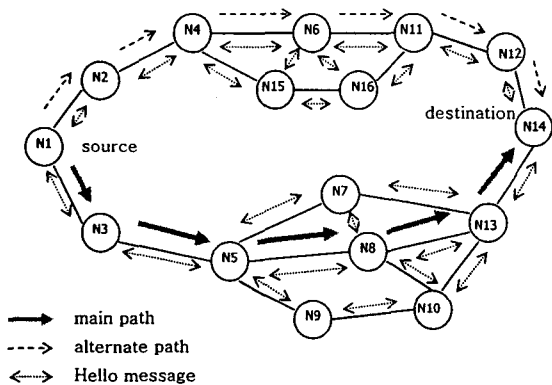
2.1 AODV 라우팅 프로토콜

on-demand 방식의 라우팅 프로토콜로 원시(source) 노드에서는 목적지(destination) 노드 까지의 경로를 구성하기 위해 source-initial 경로 discovery을 수행하여 목적지 노드까지의 single path을 구성하게 된다. Ad hoc network의 특성상 각 노드들은 dynamic하게 이동하게 되고 이에 중간 노드의 이동에 의한 경로 broken시 local 경로 복구 (route repair)에 의해 복구를 시도하고 실패시 원시 노드로 경로 failure 메시지를 전송하여 source-initial 경로 rediscovery을 수행하는 방식으로, 즉 노드 이동에 따른 경로 broken 발생 후 재 경로 discovery 기능을 수행하여 control traffic overhead 및 데이터 전송 delay을 발생시키는 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. Associativity Based Redundancy path Routing



[그림 1] 초기 경로 구성

[그림 1]과 같이 최초 경로 구성 (initial route setup)에 의해 ad hoc network에 main, alternate path가 구성되어 있는 상태에서 main, alternate path상에 있는 노드들은 자신의 존재 유무를 인접 노드에게 주기적으로 broadcasting을 하여 알려주는 hello 메시지를 활용하여 인접 노드(neighbor node)들의 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 main path 상에 있는 N5 노드의 인접 노드 테이블을 나타내는 것으로 associativity 한계값(threshold)[2]은 ABR에서 제시하는 한계값 구하는 방식인 노드의 속도, hello 메시지 주기, 무선 전송 범위(radio transmission range)등의 인자(parameter)을 참조하여 변형하여 구하게 된다. N5 노드에서는 N7, N8에서 보내온 hello 메시지를 참조하여 N7 노드가 N8 노드 방향에 있다는 것을 확인 할 수 있고, 즉 main 경로상에 있는 노드들이 서로 공유하는 노드들로 redundant 경로가 구성되며 공유 노드들은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$N5 \cap N8 = N7, N9, \quad N8 \cap N13 = N10$$

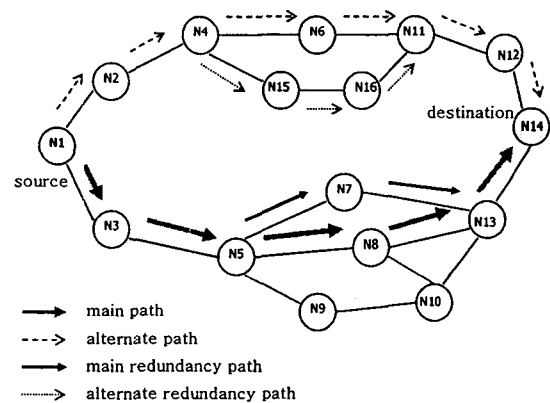
이와 같이 하여 N8 노드의 이동에 의한 main 경로의 broken을 대비해 안정적인 redundant 경로를 구성하게 위해 associativity tick[2]값이 높은 N7 노드로 redundant path을 구성을 요구하게 되고 N7 노드에서는 hello 메시지를 통해 N8 노드의 main 경로상의 노드가 N5, N13 임을 확인하고 N5-N7-N13 경로로 redundant 경로를 구성하게 된다.

MP(Main Path), RP(redundant Path), U(Unused)

Neighbor Nodes	Associativity Ticks	Link Status
N3	5	MP
N7	11	RP
N8	12	MP
N9	7	U

[표 1] N5 노드 인접 노드 테이블 (A^{Threshold} = 10)

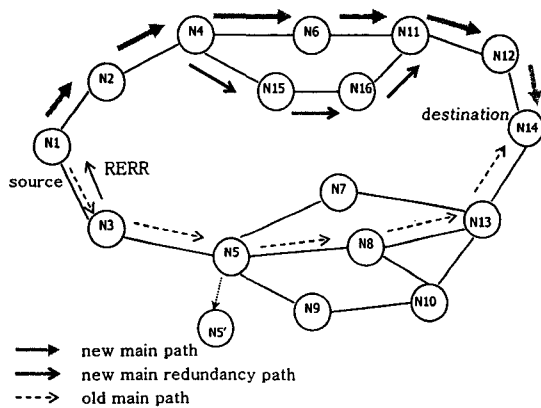
이와 같은 associativity tick 값에 의한 redundant 경로 구성은 main 경로 뿐만 아니라 alternate 경로도 똑같이 설정, 운영이 되어 main 경로가 더 이상 복구가 되지 않는 상태에서 안정성이 높은 alternate 경로를 main 경로로 사용할 수 있게 하는 장점이 있다.



[그림 2] Redundant 경로 구성

[그림 2]는 ad hoc network상에서 main, alternate 경로상에 redundant 경로가 구성되어 있는 것을 보여주는 것으로 만약 main 경로상에 N8 노드가 이동하여 경로가 broken 된다면 N5 노드에서는 N8 노드의 이동을 network layer을 통해 전달받아 이미 설정되어 있는 redundant 경로가 있는가를 확인하고 바로 N5-N7-N13 main 경로를 복구하게 되어 기존에 local recovery 기능은 경로 broken후 경로 탐색 및 복구 기능이었지만 ABRR은 먼저 복구 경로를 찾은 후 경로 broken시 바로 복구하는 방식이어서 지역 경로 탐색 요구(local route request) 및 응답(reply) 절차를 생략하게 되어 데이터 전송 지연(delay) 및 control traffic overhead을 줄이는 장점이 있다고 할 수 있겠다.

4. Alternate Redundancy path Routing



[그림 3] alternate 경로 구성

원시(source) 노드에서는 목적지(destination) 노드까지의 최초 경로 구성(initial route setup)을 위해 route request(RREQ) 메시지를 ad hoc network상에 broadcasting을 하면 목적지 노드에서는 빨리 도착한 경로로 route reply(RREP)을 보내어 main 경로로 하고 이후에 도착하는 경로에도 RREP을 보내어 alternate 경로를 구성하게 된다. 이때 alternate 경로는 network상의 overhead을 고려하여 최소화한다. 이렇게 main, alternate 경로가 구성되면 각각의 경로에는 ABRR에 의해 redundant 경로가 local로 구성되어 경로 broken에 대비하게 되고 만약 main 경로상의 노드의 이동에 의해 경로가 broken되면 ABRR에 의해 구성된 redundant 경로로 바로 복구하게 된다. 그러나 ad hoc network 상의 노드들간의 빠른 이동성으로 인해 redundant 경로가 구성되어 있지 않은 상태이면 다시 local route request(RREQ)의 broad-

casting에[2] 의한 local 경로 복구(repair)을 수행하게 된다.

그러나 ABRR 그리고 local 경로 복구에 의해 main 경로가 복구 되지 못하게 되면 [그림 3]에 나타낸 것과 같이 노드의 이동을 감지한 main 경로상의 이전 노드는 원시(source) 노드로 route error(RERR) 메시지를 보내게 된다. RERR 메시지를 받은 원시 노드에서는 이미 구성되어 있는 alternate 경로로 바로 데이터를 전송을 하여 기존의 최초 경로 구성(source initial route setup)을 다시 하여 데이터 전송 지연 및 control traffic overhead을 상당히 줄이는 효과가 있다 하겠다.

ABRR 그리고 ARR 기능은 서로 독립적으로 운용되며 ARR 기능에 의해 main, alternate 경로가 구성되면 여기에 ABRR 기능이 내부적으로 동작하여 redundant 경로를 구성하는 방식으로 진행되며 ABRR 기능은 기존에 AODV 프로토콜에 포함되어 있는 local route repair 기능과 함께 순차적으로 동작을 하여 설정된 main, alternate route 안정성을 더욱 높여 주는 장점이 있겠다.

4. 결론 및 향후 과제

on-demand 방식의 AODV 프로토콜[2]은 routing overhead가 적다는 장점이 있으나 single 경로로 데이터를 전송하여 노드의 이동에 의한 경로 broken시 local routing을 하거나 source-initialed route setup을 다시 하여 전송 delay 및 control traffic overhead을 발생시키는 문제점이 있으나 본 논문에서는 Associativity Based Redundancy path Routing(ABRR)과 Alternate Redundancy path Routing(ARR)을 사용하여 이와 같은 문제점을 해결책을 제시해 보았다.

Associativity tick[2] 값을 단순히 hello 메시지 수신 count에 의해 설정된 것을 신호의 세기(signal strength), 전력 용량(power life)등의 인자(parameter)등을 활용하여 tick 값을 설정하면 보다 안정된 redundant 경로를 구성할 수 있을 것으로 예상되어 이를 적용 가능한 방법을 연구해야겠다.

5. 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