

안정적인 단방향 링크 환경을 위한 H²DVRP Ad Hoc 라우팅 프로토콜 연구

박 준희^{○*}, 유 환석^{**}, 김 상하^{**}
ETRI^{*}, 충남대학교 컴퓨터공학부^{**},

A Study of Hierarchical and Hybrid Ad Hoc Distance Vector Routing Protocol for a Stable Unidirectional Links Environment

Jun-Hee Park^{○*}, Whan-Suk Yoo^{**}, Sang-Ha Kim^{**}

ETRI^{*}, Computer Engineering Division Chungnam National University^{**}

요 약

본 논문에서는 안정적인 단방향 링크 환경을 갖는 Ad Hoc 네트워크에 적용할 수 있는 라우팅 프로토콜을 제안한다. 이동 Ad Hoc 네트워크에서 자주 발생하는 단방향 링크는 그 불안정성 때문에 프로토콜의 복잡성을 증가시키고, 성능을 저하시키는 원인이 될 수 있기 때문에 대부분의 현재 제안되고 있는 라우팅 프로토콜에서 고려되지 않고 있다. 그러나, 단방향 링크는 항상 양방향 링크보다 짧은 경로를 제공하며, 효율적 활용되면 오히려 망의 성능을 향상시킬 수 있는 중요한 망 자원이다. 본 논문에서는 반영구적으로 고정된 노드들을 망 하부구조로 갖으며, 단방향 링크를 활용한 Ad Hoc 네트워크 구조(HANIC)를 소개하고, HANIC구조에 활용할 Ad Hoc 라우팅 프로토콜인 H²DVRP를 제안한다. H²DVRP는 AODV 라우팅 프로토콜에 단방향 링크 환경 지원을 위한 기능을 추가하여 구성된 라우팅 프로토콜이다.

1. 서론

이동 Ad Hoc 네트워크는 고정적인 망의 구성요소 없이 자체적으로 구성 관리 기능을 수행하는 무선 네트워크이다. 이동 Ad Hoc 네트워크의 각 이동 노드들은 라우터 역할을 수행할 수 있어야 하고, 결국 상당히 동적인 네트워크 토폴로지를 갖게 된다.

현재 이동 Ad Hoc 네트워크에 관한 연구들에서 기본적으로 가정하고 있는 환경 중 하나는 모든 링크는 양방향성을 갖는다는 것이다. IETF MANET WG의 RFC[1]에서는 이것을 명시하고 있고, 또한 대부분의 인터넷 권고안에서도 양방향 링크만을 고려하고 있다. 이렇게 양방향 링크만을 고집하는 주요 이유는 단방향 링크의 불안정성이다. 불안정한 단방향 링크는 네트워크 프로토콜의 복잡성을 가중시키고, 성능 저하의 원인이 된다. 또한, 단방향 링크를 수용하기 위해서 필요한 하부 계층에서의 지원이 아직 미비한 것도 단방향 링크 환경을 무시하는 주요 원인이자

군사분야(Battle fields), 비상장소(emergency place), 재난장소(disaster area) 등은 Ad Hoc 네트워크의 전형적으로 활용되는 공간이다. 이러한 즉흥적인 네트워크는 Ad Hoc 네트워크의 쉽고, 간편한 배치 기능의 장점을 활용한다. 최근에는 Ad Hoc 네트워크 기술을 기존의 기간 망의 단점을 보완하는데도 활용되고 있다. 즉, 셀룰라 네트워크에서 기지국의 신호가 도달하지 못하는 경우가 발생할 때 다중 홉으로 기지국까지 도달할 수 있도록 하는 방법[2], 한 셀 내에 많은 이동 단말이 집중되는 핫 스팟지역이 발생할 경우 이 셀 내의 단말들을 주변에 있는 셀의 기지국으로 연결시키는 방법[3], 동등 Ad Hoc 네트워크 특성을 활용하여 기존의 네트워크 환경을 개선하는 방법들이 제안되고 있다.

본 논문에서는 이동 Ad Hoc 네트워크의 응용 분야들 중 하나로 이미 주목되고 있는 컨퍼런스 공간과 같은 상설 장소 뿐만 아니라 공항, 대학실, 쇼펄 등 의 공공장소 이면서도 사실 네트워크를 활용할 수 있는 부분에서 Ad Hoc 기술을 이용하는 방안 에 대해서 기술한다.

이러한 공간에서는 이미 네트워크 발생을 예측할 수 있기 때문에 하부구조를 갖는 망 구조를 갖을 수 있다. 즉, Ad Hoc의 'Infrastructureless' 특성을 배제하고 반 영구적인 고정노드를 배치한 상태로 Ad Hoc 네트워크를 구성한다. Ad Hoc 네트워크에서 움직이지 않는 고정노드가 있는 경우와 그렇지 않은 경우에 대한 모의 실험 결과는 2장에서 기술한다.

단방향 링크는 이동 Ad Hoc 네트워크 뿐만 아니라 대부분의 무

선 네트워크 환경에서 수시로 발생하는 링크이다. 그러나, 위성 네트워크를 제외한 대부분의 네트워크에서 단방향 링크는 무시되고 있다. 그러나, 단방향 링크는 라우팅 경로를 단축시킬 수 있는 네트워크의 중요한 망 자원이다. 하지만, 논문의 도입부에서 기술한 바와 같은 부담이 단방향 링크의 활용을 포기하게 만들고 있다. 이렇게 단방향 링크를 배제하는 가장 큰 이유는 단방향 링크의 불안전성이다. 링크의 불안전성은 라우팅 경로의 단축이라는 단점을 상쇄할 정도로 많은 부가적인 작업을 발생시킨다. 본 논문의 3장에서 는 불안정한 단방향 링크 발생 환경을 배제한, 보다 안정적인 단방향 링크 구조를 갖는 계층적 Ad Hoc 네트워크 구조인 HANIC을 제안한다. 4장에서는 HANIC에서 필요한 Ad Hoc 라우팅 프로토콜인 H²DVRP를 기술하며, 5장에서는 HANIC과 WLAN과의 구조적 장단점을 비교 분석하고, 6장에서 결론을 맺는다.

2. 고정노드 기반 Ad Hoc 네트워크 성능 연구

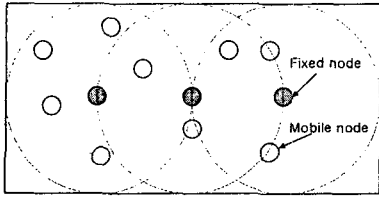
2.1. 실험의 목적

본 실험에서는 고정노드를 갖는 Ad Hoc 망과 기존의 이동 노드만을 고려한 Ad Hoc 망과의 성능 비교를 통해서 Ad Hoc 망에서 고정노드의 효과를 알아보기 위한 실험이다[4].

2.2. 실험 환경

Ad Hoc 라우팅 프로토콜은 두 망 모두 AODV[5]를 이용 하였으며, 이동 노드의 수는 10개, 고정노드의 수는 3개로 가정하였다. 즉, 이동 노드만으로 구성된 망(M-Net)은 10개의 이동노드로 구성되었으며, 고정노드가 추가된 망(F-Net)은 13개의 노드가 존재하는 형태이다. 고정노드의 위치는 [그림 1]과 같이 고정 노드간의 링크가 형성되고 망 전체에 고정노드의 효과가 발생할 수 있는 곳으로 결정하였다. 망의 크기는 400m X 200m로 제한하였고, 각 노드의 전송 반경은 이동노드 고정노드 모두 50m로 하였다.

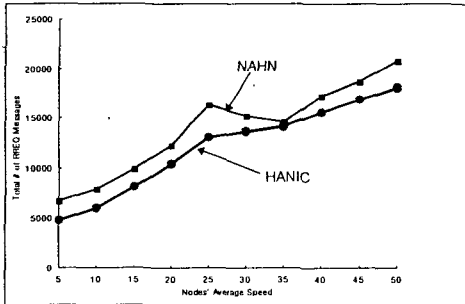
실험은 이동 노드의 이동 속도를 5m/s에서 5m/s단위로 증가시켜 50m/s까지 증가시키면서 수행하였다. 응용 프로그램의 통신은 0.5초 간격으로 512바이트 패킷을 생성하는 CBR로 설정하였다. 또한, 망에 속한 10개의 이동노드 중 8개는 한 번 이상 통신에 참여하도록 구성하였다. 모든 실험은 결과 값의 정규화를 위해서 100번씩 반복하여 나온 결과치이며, 각 실험 당 수행 시간은 500초로 하였다.



[그림 1] 모의 실험 환경

2.3. 실험결과 분석

AODV는 기본적으로 주문형 라우팅 프로토콜이므로, 라우팅 요구가 발생한 경우에 RREQ가 생성된다. 라우팅 요구는 기본적으로 노드의 필요에 의해서 생성되며, 이것은 트래픽 시나리오에 의해 결정된다. 트래픽 시나리오는 모든 경우에 동등하게 적용되었으므로, 성능의 차이는 사용자 요구에 의한 라우팅 요구와 무관하다. RREQ 메시지 발생의 다른 이유는 RREQ메시지의 릴레이이다. 만일 라우팅 경로를 찾기 위해 넓은 범위로 패킷이 전달된다면 RREQ 메시지가 많이 발생할 수 밖에 없다. 또한, 링크 절단이 많아지면 라우팅 재요구가 많아지고 이것은 RREQ의 발생을 초래하는 또 다른 이유가 된다. 본 실험에서는 상기한 두 가지 망에서 전체적으로 발생한 RREQ메시지의 수를 비교하므로써 링크 절단률과 라우팅 문의 범위를 판단하고자 한다.



[그림 2] 전체 AODV-RREQ 패킷 수 비교

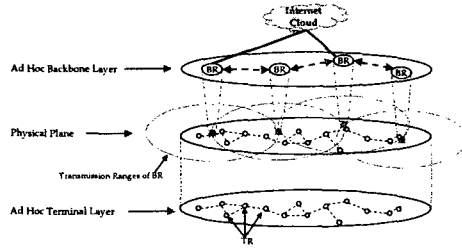
[그림 2]의 그래프는 두 망(M-Net, F-Net)에서 발생하는 RREQ 메시지의 총합의 변화를 보여준다. 그래프가 다소 불규칙적인 원인은 각각의 속도에 대해서 다른 moving 시나리오가 적용되었기 때문이다. F-Net 에서 3개의 고정노드를 첨가하였음에도 불구하고, M-Net 구조보다 망에서 발생하는 RREQ 수가 10-30% 가량 감소함을 볼 수 있다. 이것은 안정된 고정노드를 통한 통신 경로의 설정으로 인해, 경로 실패로 인한 메시지 발생이 최소화되었고, 또한 고정노드에 의해 RREQ메시지의 분산 반경이 줄어들었음을 의미한다.

3. 안정적인 단방향 Ad Hoc 네트워크 구조

2장에서 살펴본 바와 같이 이동 단말들만 구성되어 있던 Ad Hoc 네트워크에 고정노드를 추가했을 경우 성능 향상이 가능함을 알 수 있었다. 즉, 네트워크 생성이 미리 예측되는 공간에는 고정노드라고 하는 Ad Hoc 네트워크의 하부구조를 미리 설치 함으로서 성능향상을 유도할 수 있었다. 이에 더해, 적은 하부구조의 설정으로 많은 영역을 커버할 수 있도록 하기 위해 단방향 링크를 수용하는 네트워크 구조를 고안한 것이 HANIC(Hierarchical Ad hoc Network with Internet Connectivity)이다[6].

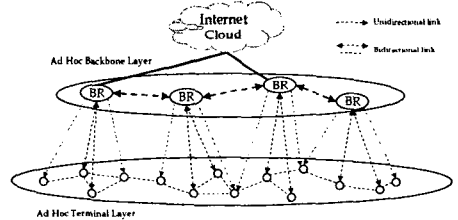
[그림 3]은 HANIC의 구조와 구성 요소를 보여주고 있다. HANIC은 두 개의 계층 - AHB(Ad Hoc Backbone), AHT(Ad Hoc Terminal) - 으로 구성된다. AHB계층은 BR(ad hoc Backbone Router)들로 구성된다. BR은 미리 설치된 노드들로서, 적어도 하나의 주변 BR과 무선으로 연결될 수 있으며, AHB 계층의 라우팅 프로토콜뿐만 아니라,

AHT 계층의 프로토콜도 동작하고 있다. BR들은 항상 충분한 전력을 공급 받고, TR보다 넓은 전송 범위를 갖을 수 있으며, 위치가 거의 고정적이다. BR들간의 통신 링크는 반 영구적(semi-permanent)으로 구성 가능하며, 안정적인 링크를 환경을 제공한다.



[그림 3] HANIC의 논리적 구조

AHT 계층은 일반적인 Ad Hoc 네트워크의 구조와 특성을 그대로 가지고 있다. TR은 이동 단말의 특성을 유전 받는다. 즉, TR은 이동성을 갖고 있으며, TR에서는 AHT계층의 라우팅 프로토콜이 동작한다. 또한, TR들은 소량의 전지에 의존해서 동작하기 때문에 전력 공급에 한계가 있고, 저전력에 의한 좁은 전송 범위를 갖는 것이 일반적이다. 이러한 특성에 의해서 AHB를 구성하는 BR과 AHT를 구성하는 TR은 이질적인 통신 환경을 갖을 수 있고, 이 때 전송 범위의 차이에 의한 단 방향 링크의 생성이 가능 하다[그림 4].



[그림 4] HANIC의 계층적 구조와 링크구성

HANIC은 상기한 바와 같이 각기 다른 통신 성능을 갖는 이질적인 노드(BR & TR)들로 구성 될 수 있고, 이로 인해 단 방향 링크의 생성이 빈번해 질 수 있다. HANIC의 구조적 장점을 극대화 하기 위해서는 이질적인 HANIC 구조의 지원이 중요하다. 이를 위해서 이질적인 통신 환경에 의해서 발생하는 단 방향 링크의 지원이 필수적이다. 본 논문에서는 단방향 링크 지원을 위한 Data Link 계층(Layer 2)의 지원이 가능하다고 가정하고 IV장에서 HANIC 구조에서의 Ad Hoc Routing Protocol인 H²DVRP에 관해서 기술한다.

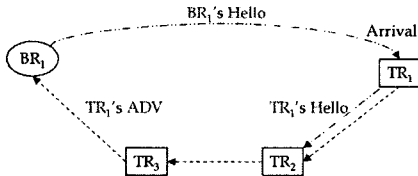
4. H²DVRP

H²DVRP는 HANIC의 하위 계층을 위해서 고안된 라우팅 프로토콜이다. 상위 계층인 BR간의 Proactive 라우팅 프로토콜로는 DSDV[7]가 그대로 활용된다. 모든 BR들은 자신이 가지고 있는 라우팅 정보를 주기적으로 주변의 다른 BR들에게 전달한다.

하위 계층의 라우팅 프로토콜(H²DVRP)은 AODV를 기반으로 확장된 알고리즘이다. H²DVRP는 단방향 링크 환경 지원을 위해서 AODV프로토콜에 Proactive 성격을 갖는 Detection과정을 추가 하였으며, RREQ및 RREP 패킷에 스택필드를 추가하였다.

본 논문에서는 H²DVRP가 AODV와 다른 점을 중점적으로 기술한다. H²DVRP는 Detection, Route 찾기, Route 관리 등의 3단계로 구분된다.

4.1. Procedure for Detection Phase



[그림 5] Detection Phase

Detection과정은 새로운 노드 TR₁이 BR₁의 영역에 도착했을 경우, BR₁과 TR₁간의 상호 존재 인식을 위한 과정이다[그림 5]. 모든 노드들은 주기적으로 Hello 메시지를 송신한다. 이때, Hello 메시지에에는 자신에게 Hello 메시지를 전송한 노드들의 리스트를 포함한다. 즉 Neighbor List[prakash]를 Hello 메시지와 함께 방송한다. TR₁이 BR₁이 관리하는 영역에 도착하면, TR₁은 BR₁이 전송한 Hello 메시지를 수신하고, 자신과 BR₁ 사이에 단방향 링크가 형성되어 있음을 알게된다. 이때, TR₁은 BR₁에게 광고 메시지를 날리게 된다. TR₁이 BR₁까지 가는 경로를 알기 위해서는 Route Request과정이 필요하며 이 과정은 다음 단원에 기술한다. BR₁이 TR₁이 전송한 광고 메시지를 수신하면 자신이 한 홉으로 TR₁에게 데이터 전송을 할 수 있음을 알고, 라우팅 테이블을 수정한다.

4.2. Procedure for Path Discovery Phase

Path Discovery 과정은 AODV와 같이 RREQ 메시지 처리과정과 RREP 메시지 처리 과정으로 이루어 진다.

4.2.1. RREQ 메시지 처리 과정

소스 노드 TR₁은 TR₆와 통신을 위해서 [그림 7]과 같은 RREQ 메시지를 전송한다.

중간 노드 TR_{2,3} 는 TR₁으로의 AODV에서와 같은 방법으로 Reverse Path를 설정하고, 자신이 TR₆로 가는 최신 경로를 알고 있을 경우 RREP메시지를 리턴한다. 그렇지 않을 경우에는 자신의 ID를 RREQ메시지의 "local stack" 필드에 PUSH 하고 패킷을 릴레이 한다.

BR₁이 RREQ메시지를 받으면, 먼저 Stack Top을 확인하여 자신에게 이 메시지를 보낸 노드가 누구인지를 확인한다. 만일 송신 노드가 TR이고 소스가 자신의 영역 안에 있을 경우에는 별다른 Reverse Path 설정 작업을 수행할 필요가 없으나, 송신 노드가 다른 BR일 경우에는 Reverse Path작업이 진행된다. Reverse Path작업이 완료되면, 메시지의 목적노드(TR₆) 정보가 자신의 라우팅 테이블에 있는지를 체크한다. 우선 목적 노드가 자기 자신(BR) 경우에는 다음 단원에서 기술하는 RREP과정이 진행된다. 목적 노드(TR₆)가 자신의 영역 안에 있는 TR일 경우에는 자신의 ID를 메시지 스택에 PUSH하고 RREQ를 목적노드에게 Unicast로 전송한다. TR₆가 다른 BR의 영역에 있을 경우에는 역시 자신의 ID를 PUSH하고 BRD, 혹은 BRD로 가기 위한 중간 BR에게 패킷을 Unicast한다. 만일, TR₆에 관한



[그림 6] Path Discovery

src addr	src seq #	bcast ID	dest addr	dest seq #	metric	local Stack
----------	-----------	----------	-----------	------------	--------	-------------

[그림 7] H²DVRP RREQ message structure

src addr	src seq #	dest addr	dest seq #	metric	life time	RREQ Stack
----------	-----------	-----------	------------	--------	-----------	------------

[그림 8] H²DVRP RREP message structure

정보가 전혀 없을 경우에는 자신의 ID를 스택에 PUSH하고 RREQ를 모든 노드로 방송한다.

목적노드(TR₆)가 RREQ를 수신하면 메시지의 스택에는 소스로부터 목적지까지 RREQ가 지나온 경로가 기록된다. 이것은 DSR[11]과 같이 소스로부터 목적지까지의 데이터 패킷의 경로를 의미하기도 한다. 그러나, 목적지부터 소스까지의 경로를 의미하지는 않는다. [그림 6]의 예에서는 TR₆에게 전달되는 RREQ는 TR₁부터 TR₆까지 연결된 실선으로된 화살표를 따라서 진행되고, 스택에는 <TOP :: BR1-TR3-TR2-TR1 :: BOTTOM>과 같은 값이 들어가게 된다. 목적노드가 이런 메시지를 받으면 RREP 과정으로 넘어간다.

4.2.2. RREP 메시지 처리과정

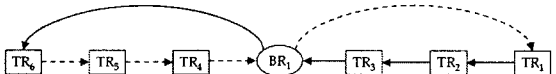
목적노드는 [그림 8]과 같은 RREP 메시지를 생성해서 스택 TOP에 있는 BR에게 전달해야 한다.

RREP 메시지 전달을 위해서 목적노드(TR₆)는 BR(BR1)로 가기 위한 경로를 알고 있어야 한다. 경로를 미리 알고 있다면, 어려움 없이 RREP 메시지를 TR₅에게 Unicast 할 수 있을 것이다. 만일 경로를 모른다면, BR₁까지의 경로를 찾기 위한 RREQ 과정을 다시 시작해야 한다.

상기한 과정을 통해서 TR₆는 TR₅에게 RREP를 Unicast한다. 중간노드가 RREP를 받으면, 가장 먼저 스택의 TOP에 있는 노드의 ID가 BR인지, TR인지를 검증한다. 만일 TOP 노드의 ID가 BR일 경우(TR₅, TR₄)에는 RREP에 있는 <Source Sequence #>필드를 참고하여 소스 정보의 신선도를 체크한 후 TR₁으로의 Reverse Path를 설정한 후, 스택 TOP에 있는 노드를 향해서 Unicast를 한다. 만일 TOP노드의 ID가 TR일 경우에는 자신의 ID와 비교를 한다. TOP ID가 자신의 것이라면, Forward Path 설정 작업을 한 후, 자신의 ID를 스택에서 POP하고, 스택 TOP ID의 노드로 Unicast한다. 만일 TOP ID가 자신의 ID가 아닐 경우에는 수신한 RREP 메시지를 무시(Discard)한다.

RREP 메시지를 받은 BR은 항상 스택 TOP ID가 자신과 같아야 한다. 그렇지 않을 경우 이 메시지를 무시한다. BR은 RREP를 받은 후 스택 TOP에 있는 자신의 ID를 POP하고, 자신에게 RREP 메시지를 보낸 노드가 BR인지 TR인지를 체크한다. 만일 BR일 경우에는 Forward Path 설정을 그 BR로 한다. 반면 전송 노드가 TR이고 목적노드가 자신의 영역에 없을 경우에는 TR을 상대로 Forward Path 설정을 하고, 목적노드가 자신의 영역안에 있을 경우에는 Forward Path 설정 작업을 하지 않는다. 모든 작업이 완료되면 BR은 스택 TOP 노드로 RREP를 Unicast한다. [그림 6]의 예에서 BR1에서 TR3으로 전송되는 RREP 메시지의 스택에는 <TOP :: TR3-TR2-TR2 :: BOTTOM>과 같은 값이 들어가게 된다.

소스노드(TR₁)에 RREP가 도착하게 되면 소스노드는 스택 TOP에 자신의 ID가 있는지를 체크한 후 Forward Path 설정을 한다. [그림 6]의 예제 네트워크에서 TR₁과 TR₆간의 Path Discovery 절차가 완료되면 [그림 9]과 같은 Data Path 가 설정된다.



[그림 9] Established Data Path between TR1 and TR6

4.3. Procedure for Path Maintenance Phase

사용중인 경로의 유지 관리는 기본적으로 AODV의 방법과 같다. 단, 소스 오류, 목적 노드 오류, 중간노드 오류 모두 중간에 경우하는 BR을 기준으로 경로의 재설정 구간을 결정한다. 예를 들어 [그림 10]은 TR₁과 TR₁₂간의 통신경로가 설정되어 통신이 되고 있는 상황이다. 여기에서 TR₁₂와 TR₁₁간에 Link failure 1 이 발생할 경우 RERR 메시지는 BR₂에 까지만 전송되고 BR₂에서 TR₁₂까지의 라우트만 재 생성하게 된다. 이를 위해서 BR에서는 RERR메시지를 수신한 경우 TR₁에서 보낸 것 같은 RREQ메시지를 TR₂에게 보낸다. 또한, TR₂와 TR₃간의 링크가 절단되어 Link failure 2가 발생되면 RERR메시지가 TR₂에서 TR₁에게 전달되고 TR₁은 RREQ 메시지를 다시 만들어서 전송한다. TR₁에서 새롭게 만들어져서 전송된 RREQ

메시지는 BR1에 도착한 후, BR1과 TR1간의 RREP 과정으로 전이된다.

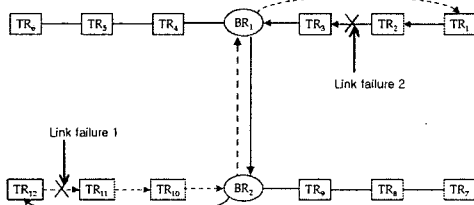
5. HANIC과 WLAN간의 구조적 장단점 분석

HANIC은 통신에 대한 요구가 미리 예측 가능한 지역에서 활용할 수 있는 네트워크 구조이며, 지역적인 네트워크 환경에 활용이 가능하다. 이러한 측면에서 볼 때, HANIC은 기존의 무선 근거리 네트워크와 중복되는 부분이 많이 있다. 본 V장에서는 인터넷에 연결된 HANIC과 WLAN의 구조적인 장단점에 대해서 기술한다.

일반적으로 WLAN구조에서의 라우터는 인터넷 연결성을 지원하기 위해서 MIP(Mobile IP)[8]의 에이전트(Agent) 역할을 수행한다. 그러나, 이러한 에이전트는 보통 넓은 영역을 관리하는 라우터가 되며 매크로 이동성 지원을 위해 존재한다. 이동 노드의 마이크로 이동성 지원을 위한 기술의 예가 HAWAII[9]와 CIP(Cellular IP)[10]이다. 이런 구조에서 조차도 에이전트가 관장하는 네트워크 공간에서 이동 노드에게 패킷을 전송하려 할 때에는 호스트 명시(Host-Specific) 라우팅을 수행할 수밖에 없다. Ad Hoc 라우팅은 호스트 명시 라우팅의 성격을 갖고 있다.

HANIC은 확장성이 WLAN구조보다 좋다. HANIC 구조를 좀 더 넓은 범위로 확장하고자 할 때, 단순히 BR노드 역할을 하는 무선 Ad Hoc 노드를 원하는 위치에 설치 함으로서 확장을 위한 작업은 끝나게 된다. 그러나, WLAN은 유선으로 WLAN AP(Access Point)까지 연결해야 하는 어려움이 있다. 또, HANIC은 Ad Hoc 네트워크이기 때문에 WLAN 구조보다 고장 감내(Fault Tolerance)성이 강하다. 즉, WLAN 구조에서는 하나의 WLAN AP가 고장나면 그 지역의 모든 노드들이 통신을 할 수 없는 결정적인 단점이 있다. 그러나, HANIC은 Ad Hoc 네트워크 환경을 충실히 따르기 때문에 링크 절단이 발생할 경우 다른 링크를 찾는 작업이 일어나고 새로운 경로를 통해서 통신을 할 수 있다. 또한, HANIC은 부하 분담(Load Balancing)이 자연스럽게 이루어진다. HANIC에서는 일반 Ad Hoc 네트워크와 같이 라우팅 비교단위(Metric)로 트래픽 양을 설정할 경우, 트래픽이 많은 부분을 피해갈 수 있다.

그러나, HANIC은 물리적인 충돌발생 확률이 높다. BR간의 중첩된 영역이 넓기 때문에 작은 전송 반경을 갖는 많은 TR들이 송수신에 어려움을 겪을 가능성이 높다. 또한, 단방향 링크 지원을 위한 하위 계층의 지원 방법이 현재로서는 없다. 이러한 문제의 해결이 향후 HANIC과 H²DVRP의 활성화를 위한 숙제이다.



[그림 10] Route maintenance for link failure

6. 결론

HANIC은 안정적인 단방향 링크를 활용한 Ad Hoc네트워크 구조이다. HANIC은 기존의 WLAN 구조에 비해 확장성, 부하분배, 고장 감내 등이 우수하다는 것을 살펴보았다. 본 논문에서는 HANIC을 위한 라우팅 프로토콜로서 H²DVRP를 제안하였다. H²DVRP는 단방향 링크를 지원하기 위해 라우팅 프로토콜 수준에서 요구되는 기능을 추가하여 HANIC에 적합한 형태로 고안한 프로토콜이다.

향후 본 논문에서 제안한 구조와 라우팅 프로토콜에 대한 성능 평가가 진행되어야 한다. 또한, 하부 계층의 단방향 링크 지원 기능들에 대한 연구가 진행되어야 한다.

7. 참고문헌

- [1] S.Corson and J.Macker, "MANET: Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations," RFC 2501(Informational), IETF, Jan. 1999.
- [2] Y.-D.Lin and Y.-C.Hsu, "Multihop Cellular: A New Architecture for Wireless Communications," IEEE INFOCOM 2000, pp.1273-1282.
- [3] H.Wu, C.Qiao, S.De, and O.Tonguz, "Integrated Cellular and Ad Hoc Relaying systems: ICAR," IEEE JSAC, vol.19, No.10, Oct. 2001, pp.2105-2115.
- [4] J.H.Park, H.S.Yoo, and S.H.Kim, "Hierarchical Ad Hoc Networks with Heterogeneous Mobile Nodes," SK Telecommunications Review, vol.12, No.3, 2002, pp.312-321.
- [5] C.E.Perkins and E.M.Royer, "Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing," Proceedings of 2nd IEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, Feb. 1999.
- [6] J.H.Park, et al., "A Propose of Hierarchical Ad hoc Network architecture with Internet Connectivity(HANIC)," JCCI 2002.
- [7] C.E.Perkins and P.Bhagwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing(DSDV) for Mobile Computers," Comp. Commun. Rev., Oct. 1994, pp.234-44.
- [8] C.E.Perkins, "RFC2002: IP mobility support," Oct. 1996, Updated by RFC 2290. Status: PROPOSED STANDARD.
- [9] R.Ramjee, "HAWAII: A Domain-based Approach for Supporting Mobility in Wide-area Wireless Networks," Proc. IEEE Int'l Conf. Network Protocols, 1999.
- [10] A.G.Valko, "Cellular IP: A New Approach to Internet Host Mobility," ACM Comp. Commun. Rev., Jan. 1999.
- [11] D.A.Maltz, J.Broch, J.Jetcheva, and D.B.Johnson, "The Effects of On-Demand Behavior in Routing Protocols for Multi-Hop Wireless Ad Hoc Networks," IEEE Journal on Selected Areas in Communications Special Issue on Mobile and Wireless Networks. Aug 1999