

# Ad Hoc망에서 하이브리드 라우팅 프로토콜을 위한 경로 설정 최적화

추성은\* 김재남\* 강대욱\*\*

\* 광주여자대학교 정보통신학부 \*\* 전남대학교 컴퓨터정보학부  
jnkim@kwu.ac.kr\* (sechu,dwkang)@chonnam.ac.kr\*\*

## A Routing Optimization for Hybrid Routing Protocol in Wireless Ad Hoc Networks

Seong-Eun Chu\* Jae-Nam Kim\* Dae-Wook Kang\*\*

\* Dept. of Information & Communication, Kwangju Women's University  
\*\* Dept. of Computer and Information Science, Chonnam National University

### 요약

Ad Hoc망은 전형적인 무선 네트워크와는 다른 새로운 무선 네트워크 패라다임으로써 기존 유선 망의 하부 구조에 의존하지 않고 이동 호스트들만으로 구성된 네트워크이다. Ad Hoc망에서 통신을 하기 위해서는 출발지 노드에서 목적지 노드까지 데이터 전송을 위한 라우팅에 관한 문제이다. Ad Hoc망에서는 모든 단말기의 위치변화가 가능하기 때문에 경로설정에 어려움이 따른다. 노드간에 정보를 보내고자 할 때 노드가 인접한 상태가 아니면 정보를 직접 보낼 수 없고 여러 중간 노드들을 거쳐서 정보를 보내는 다중-홉 라우팅 방식을 사용해야 한다. 따라서 중간 노드들은 패킷 라우터의 역할을 해야하는데 무선 통신 자체가 좁은 대역폭과 한정된 채널을 가지고 전송 범위가 제한되는 문제가 있다. 또한 노드 자체의 이동성과 전력 소모 등으로 인한 이합은 망 위상을 수시로 변화시키므로 노드간에 정보를 전송하는데 가장 좋은 경로는 수시로 변경될 수 있으므로 많은 어려움이 따르게 된다.

본 논문에서는 이러한 문제의 해결방안으로 경로유지 과정에서 Ad Hoc망 내의 노드들은 이동성의 특성으로 인해 현재 사용되는 경로 보다 더 짧고 효율적인 경로가 발생하고 중간 노드가 이동 될 때 새로운 경로로 갱신하여 쓸기없는 최적의 경로를 유지할 수 있는 방법을 제안한다. 제안 방법은 ZRP의 IERP에서 감청모드를 통하여 사용중인 경로보다 최적의 경로를 감지하여 새로운 경로로 갱신하는 방법과 중간 노드가 이동하여 경로가 깨진 경우 부분적으로 경로를 복구하는 방법을 제시하여 항상 최적화된 경로를 유지함으로써 Ad Hoc망의 위상변화에 대한 적응성을 높일 수 있도록 한다.

### 1. 서론

Ad Hoc망은 서로 통신하는 이동 노드로 구성된다. 노드의 이동성은 시간이 변함에 따라 네트워크 위상이 변화하게 된다. 망 위상의 변화율은 노드의 움직임은 속도에 의존한다. 무선 Ad Hoc망을 위한 많은 라우팅 프로토콜이 제안되었다[2]. 이 프로토콜은 주로 순방향 또는 반응적 프로토콜로 분류할 수 있다. 순방향 라우팅 프로토콜이 사용될 때 노드는 목적지에 자료 전송이 실제로 필요로 하기 전에 목적지에 대한 라우팅 정보를 갖고 있게 된다. 반면에 반응적 라우팅이 사용되면, 목적지에 자료를 발송할 필요가 있을 때 노드는 주어진 목적지에의 경로 계산을 하게된다. 동적으로 변화하는 이동 Ad Hoc망에서, 노드는 라우팅 갱신을 주기적으로 변경할 필요가 있다. 경로를 변경하는 것은 대역폭을 소비할 것이고 만일 네트워크가 크면, 이 작업이 메시지는 많은 오버헤드를 갖게된다. 반응적 라우팅 프로토콜이 사용되면 자료가 목적지에 발송될 때 출발지 노드는 목적지 검색을 시작하는 것이 요구된다. 만일 네트워크가 크면, 목적지가 발견되기 전에 엄청난 지연을 초래하게 될지도 모른다. 이와 같이, 순방향 라우팅 프로토콜(table-driven)과 반응적 라우팅 프로토콜(on-demand)의 확장성은 제한된다.

각 노드는 만일 목적지가 출발지 노드에서 어떤 최대 홉 카운트(지역 반경) 내에 있으면 단지 목적지에 경로를 제공하게될 라우팅 테이블을 유지하게 된다. 만일 목적지가 지역 반경밖에 있으면, 출발지 노드는 bordercasting이라고 불리는 on-demand 검색 메커니즘을 호출하게 된다[4]. Bordercasting은 중간 노드의 라우팅 테이블을 순서대로 사용하여 목적지를 검색하기 위해 효율적인 수단으로 제공한다. bordercasting하는 동안 쿼리 스트림을 제어할 수 있는 효율적인 메커니즘이 [3]에 기술되었다.

본 논문에서는 Ad Hoc망 내의 경로유지 과정에서 노드들은 이동성의 특성으로 인해 현재 사용되는 경로 보다 더 짧고 효율적인 경로가 발생하고 중간 노드가 이동 될 때 새로운 경로로 갱신하여 쓸기없는 최적의 경로를 유지할 수 있는 방법을 제안한다. 제안 방법은 ZRP(Zone Routing Protocol)의 IERP에서 감청모드를 통하여 사용중인 경로보다 최적의 경로를 감지하여 새로운 경로로 갱신하는 방법과 중간 노드가 이동하여 경로가 깨진 경우 부분적으로 경로를 복구하는 방법을 제시하여 항상 최적화된 경로를 유지함으로써 Ad Hoc망의 위상변화에 대한 적응성을 높일 수 있도록 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 관련 연구로서 MANET을 링크 상태 변경에 반응하는 방법에 따라 분류하여 특성을 파악하고 복합적 방식인 존 라우팅 프로토콜의 설정방식을 분석하여 기존 프로토콜에서 야기되는 문제점을 파악하여 문제해결에 방법을 모색한다. 3장에서는 경로유지 과정에서 Ad Hoc망 내의 노드들은 이동성의 특성으로 인해 현재 사용되는 경로보다 더 짧은 경로가 발생할 수 있는데 감청모드를 통해 경로의 단락을 감지하고 중간 노드가 이동하여 경로가 깨진 경우 부분적으로 경로를 복구하여 새로운 경로로 갱신할 수 있는 ZRP의 경로 설정 최적화 방법을 제시한다. 마지막 4장에서 결론을 맺고 추후 연구 방향을 설정한다.

### 2. 관련연구

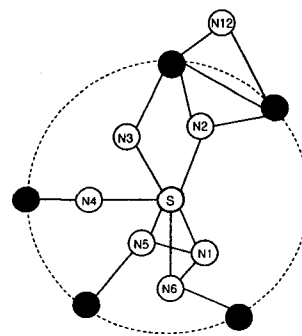
MANET을 위한 기존 경로 설정 프로토콜은 링크 상태 변경에 반응하는 방법에 따라 순방향(proactive) 설정 방식과 반응적(reactive) 설정 방식 그리

고 복합적(hybrid) 방식의 세 가지로 분류한다[2]. 순방향 프로토콜에서, 상태변화가 발생할 때마다 이동 호스트는 링크 상태 정보를 방송한다. 반응적 방식의 프로토콜은 단지 경로를 요구에 의해 구성한다. 반응적 방식의 프로토콜은 일반적으로 3개의 구성요소로 이루어져 있다. 첫째, 경로 발견: 경로를 요청하고 그 요청에 응답하는 방법을 기술한다. 둘째, 데이터 전송: 패킷이 목적지 노드에 전달되는 방법, 그러한 데이터 패킷의 형식과 경로 테이블들을 기술한다. 셋째, 경로 유지: 경로가 깨질 경우의 경로 문제와 경로 복구에 관해 설명한다.

ZRP[Zones Routing Protocol]은 전체 네트워크를 몇 개의 라우팅 구역(routing zone)으로 나누어 관리하는 IARP인 순방향 설정 방식과 IERP인 반응적 설정 방식의 복합적(hybrid) 방식이다. 각 노드에서, 미리 정의되는 홉 수(h) 이내에 있는 노드들의 집합을 구역(zone)이라고 부른다. 구역 이내의 라우팅은 순방향 설정방식으로 이루어지고 구역 사이의 라우팅은 반응적 설정방식으로 이루어진다. 라우팅 존 개념은 다음과 같이 설명된다.

### 2.1 순방향 설정 방식: IARP(IntraZone Routing Protocol)

ZRP에서 노드는 지역 근처 내에서 목적지에 대한 경로를 순방향으로 유지하는데 이것을 라우팅 존(routing zone)이라고 부른다[3]. 더 정밀하게, 노드의 라우팅 존은 문제의 노드로부터 홉의 최소한의 거리가 존 반경(zone radius)으로 언급되는 매개변수 보다 더 크지 않은 노드들의 집합으로 정의된다.



(그림 2.1) 반경이 2홉인 라우팅 존

그림 2.1은 라우팅 구역 반경 2홉을 갖는 라우팅 존 개념을 설명한다. 노드들은 S의 라우팅 존 멤버이다. 그러나, 노드 N12가 노드 S에서 3홉이 떨어져

어져 있으므로 S의 라우팅 존 바깥쪽에 있다. 라우팅 존 노드들의 중요한 부분 노드는 존 반경이 정확하게 같은 중심 노드에 최소한의 거리에 있는 노드들이다. 이 노드들을 적절하게 주변 노드라고 한다. 그림 2.1에서 N7, N8, N9, N10, N11은 노드 S의 주변 노드이다. 일반적으로 중심 노드 주위에 형성되는 원을 라우팅 존으로 설명한다. 그러나, 존 구역은 불리적인 거리로 묘사되는 것이 아니라 마디 연결(홉)로 기술한다는 것을 명심해야 한다.

라우팅 존의 구축은 가장 먼저 알고 있는 이웃 노드를 요구한다. 이웃 노드는 직접 통신을 설정할 수 있는 노드로서 정의된다. 이웃 노드들의 확인은 폴링 기반 프로토콜(polling-based protocols)로써 MAC(media access control) 프로토콜에 의해 직접 제공되어 진다. 다른 경우에는, 이웃 노드의 발견은 NDP(Neighbor Discovery Protocol)를 분리하여 실행된다.

이웃 노드의 발견 정보는 IARP를 통한 라우팅 존의 순환적인 모니터링에 대한 기본 자료로 활용된다. IARP는 네트워크 연결성(예를 들면, the Shortest Path First OSPF)의 완전한 개념을 제공하는 진격적인 순환적 Link State 라우팅 프로토콜에서 비롯될 수 있다.  $\rho$  홉 라우팅 존 위상을 추적하기 위해 각 노드는 갱신 메시지에서 TTL(time-to-live) 필드에 의해 제어되는  $\rho$  홉의 값에 대한 링크 상태를 정기적으로 방송한다.

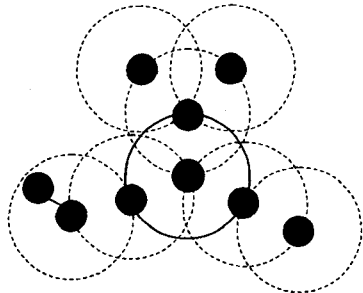
2.2 반응적 설정 방식 : IERP(IntErzone Routing Protocol)

IARP가 라우팅 존 범위 내에서 노드들의 경로를 유지하므로 IERP는 라우팅 존을 벗어나는 위치에 있는 목적지 노드에 대한 경로 설정을 하도록 한다[3].

IERP는 bordercasting으로 라우팅 존의 구조를 활용하기 때문에 표준 flooding 알고리즘과는 구별된다. Bordercasting하는 것은 주변 노드에 메시지를 효율적으로 보내는 것을 리카하는 패킷 전달 서비스이다. 그 가장 단순한 형태에서 bordercasting하는 것은 주변 노드에 대한 메시지를 멀티캐스팅 네트워크 층을 통하여 이루어진다.

IERP 경로 결의는 라우팅 존 범위 내에 존재하지 않는 노드에 데이터 패킷을 보내고자 할 때 네트워크 층에서 유발된다. 출발지에서 출발지 노드의 ID와 요청 수의 조합으로 유일하게 식별되는 경로 결의 패킷을 생성한다. 결의는 출발지의 모든 주변 노드로 bordercast된다. 목적지 노드가 노드의 라우팅 존 내에 나타나지 않으면 노드는 주변 노드들에게 결의를 bordercast한다. 만일 목적지가 라우팅 존 내에 있다면 축적되었던 경로를 역으로 하여 출발지에게 경로 응답을 보낸다. 표준 flooding 알고리즘에 의해서 노드는 이전에 이루어졌던 경로 결의 패킷과 중복되면 버리게된다.

이러한 경로 발견 절차를 그림 2.2에서 보여준다. 출발지 노드 S는 목적지 노드 D에 데이터를 보내기 위해 준비한다. S는 먼저 D가 라우팅 존 내에 있는지를 확인한다. 만약 라우팅 존 내에 존재하면 S는 이미 노드 D의 경로를 알고 있는 것이다. 그렇지 않으면 S는 모든 주변 노드 N3, N6, N7에 결의를 보낸다. N3, N6, N7 노드들 각각의 라우팅 존 내에 D가 존재하지 않은 것을 확인하고 주변 노드들에 대해 계속해서 결의를 보낸다. N7 노드가 N2 노드에 보낸 결의에서 N2 노드의 라우팅 존 내에 D 노드가 존재한 것을 인식하고 결의에 응답을 하게 된다. 따라서 탐색된 경로는 S-N7-N2-D가 되는 것이다. 최선의 경로는 경로의 상대적인 품질을 근거로 선택될 수 있다. 즉, 가장 작은 홉 수 또는 가장 짧게 축적된 경로를 선택한다.



(그림 2.2) IERP 동작

2.3 기존 라우팅 프로토콜의 문제점

IARP인 순환적 설정 방식은 Table-Driven 라우팅 프로토콜로서 각 이동 호스트가 자신의 라우팅 정보를 주기적으로 Broadcast하여 네트워크 내의 경로 정보를 항상 유지함으로써 목적지에 대한 경로 정보가 필요할 때 즉시 경로 정보를 사용할 수 있다. 그러나, 경로에 대한 최신 정보를 유지하기 위해 많은 네트워크 트래픽이 발생하고 Routing information broadcast의 주기가 길어지면 대부분의 경로 정보는 쓸모 없게 된다. 이러한 방식은 무선 자원이 제한적인 ad hoc 환경에서는 적합하지 않다.

한편 IERP인 반응적 설정 방식은 Source-Initiated On-Demand 라우팅 프로토콜로서 데이터 전송이 시작되기 바로 전에 경로 설정 절차를 수행하기 때문에 네트워크 트래픽이 감소할 뿐만 아니라 상대적으로 적은 메모리 공간이 필요하다. 그러나, 경로를 설정하는데 시간 지연이 발생하고 데이터 전

송 중 경로 실패가 발생할 수 있으므로, 경로 재 설정 작업이 요구될 수 있다. 이러한 방식은 실시간 데이터 전송과 비대칭 링크를 대처하는 데는 문제점을 가지고 있다. 따라서, 이 두 부류 프로토콜의 문제점을 보완하기 위한 방안으로 ZRP와 같은 hybrid 방식이 제안되었다. 그러나 이러한 ZRP의 경우에도 다양한 트래픽 속성과 비대칭 링크에 대한 고려가 아주 미흡한 실정이다.

향후 Ad Hoc 환경에서 기존의 경로 설정 프로토콜을 그대로 사용할 경우 다양한 데이터 트래픽의 속성에 맞는 차별화된 서비스를 제공할 수 없을 뿐만 아니라 노드가 전력을 독립적으로 소비함으로써 실제적인 Ad Hoc 망에서는 노드의 비대칭성이나 무선환경 특성으로 인한 단방향 링크가 존재하게 되는 문제가 발생하게된다. 그러므로 기존의 경로 설정 프로토콜을 사용하기 위해서는 이에 대처할 수 있는 새로운 라우팅 프로토콜이 제공되어야 한다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하는 방안으로 Ad Hoc망 내의 경로 유지 과정에서 노드들은 이동성의 특성으로 인해 현재 사용되는 경로 보다 더 짧고 효율적인 경로가 발생하고 중간 노드가 이동 될 때 새로운 경로로 갱신하여 쓸기없는 최적의 경로를 유지할 수 있는 메커니즘을 hybrid방식 ZRP의 IERP에 적용한다.

3. ZRP의 경로 설정 최적화 방법

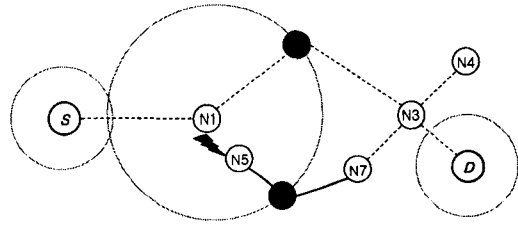
3.1 사용중인 경로를 새로운 경로로 갱신하는 경우

경로 최적화를 위하여 이동 호스트는 최소의 비용으로 가능한 많은 새로운 정보를 수집해야한다. 무선 전송은 사실상 방송으로 이루어진다. 또한, 무선 전송 특성 중 하나는 지역 내에서 한 쌍의 통신으로 존재하게 된다. 즉, 이 전송과 관련된 모든 다른 노드들은 유훈 상태에 있게 된다. 본 논문에서는 유훈 상태에 있는 노드들이 새로운 라우팅 정보를 모으기 위해 감청 수신 모드에서 네트워크간의 인터페이스를 구성하도록 한다. 라우팅 정보를 전송하는 패킷은 데이터 패킷, RREQ 패킷(Route REQuest packet : 경로설정용  $\rho$  패킷)과 RREP 패킷(Route REPLY packet : 경로 응답 패킷)을 포함한다. 아래에서 ZRP의 경로 최적화 방법을 보여준다.

ZRP에서 노드는 항상 그 존 구역에서 어떤 노드라도 최선의 경로를 알고 있다. 그래서 경로 최적화가 intra-zone 라우팅에서는 필요가 없다. Inter-zone에서는 수정된 DSR 프로토콜이 사용된다.

경로 유지 과정에서 Ad Hoc 망내의 노드들은 이동성의 특성으로 인해 현재 사용되는 경로보다 더 짧은 경로가 발생할 수 있는데 감청모드를 통해 경로의 단축을 감지하고 새로운 경로로 갱신할 수 있다.

예를 들어 반경이 2인 ZRP를 사용하고 있는 MANET을 고려하자. 그림 3.1에 있는 것처럼 S에서 D까지의 경로가 S→N1→N2→N3→D라고 가정한다. 경계 노드들이 라우트가 되므로 그림 3.1에서 노드 N2는 노드 N1 zone에서 경계 노드이다. 또 다른 경로 N5→N7→N3→N4가 있어 노드 N5에서 노드 N3까지 경계 노드 수가 N2에서 N3까지 경계노드 수보다 적다고 가정하자. 만일 노드 N5가 노드 N1에서 노드 D까지 보내는 패킷 내용을 듣고, 노드 N5가 더 좋은 경로 S→N1→N5→N7→N3→D를 산정하여 출발지 노드 S에게 추천을 한다.



(그림 3.1) ZRP 프로토콜에서 경로 최적화 과정(제한된 모델)

비록 목적지 노드 D로 데이터 패킷을 성공적으로 보낼 수 있는 새로운 경로를 알고 있을 지라도 노드 N5가 노드 N1의 경계 노드가 아니기 때문에 그 라우트는 본래의 ZRP 프로토콜 정의에 위배되는 것이다(가령 홉 수가 1인 반경 미만인 경우). 이것은 다음과 같이 해결될 수 있다. 노드 S는 노드 N5에 의해 추천되는 새로운 경로를 사용하여 데이터 패킷을 전송한다. 노드 N5가 노드 N1로부터 데이터 패킷을 받을 때, 노드 N6이 노드 N7을 통과하는 노드 N1의 경계 노드인 것을 intra-zone 라우팅 테이블에서 발견하게 된다. 그래서 노드 N5는 패킷 헤더에 자기 자신 노드 N5를 노드 N6으로 바꾸고 노드 N6에 데이터 패킷을 보낸다(지금 새로운 경로는 S→N1→N6→N7→N3→D가 될 것이다). 그러면 intra-zone 라우팅은 데이터 패킷을 노드 N6에 보내기 위해 이용될 것이다. 노드 N6이 데이터 패킷을 받고 있는 동안 노드 N6에 의해 비슷한 시나리오가 발견되면, 데이터 패킷의 경로를 계속해서 수정되어 진다. 이것은 목적지 노드 D에 패킷이 도착할 때까지 계속적으로 이루어진다. 지금 경로는 이미 ZRP 프로토콜 형식으로 되어 노드 D는 수정된 경로로 ROUTE\_REPLY를 노드 S에 보낸다. 본 논문에서 다음과 같은 프로토콜을 제시한다. 프로토콜은 노드 D를 목적지로 하여 노드 N1에서 노드 N2로 보내는 데이터 패킷을 임의의 노드 N5가 받아들임으로써 실행

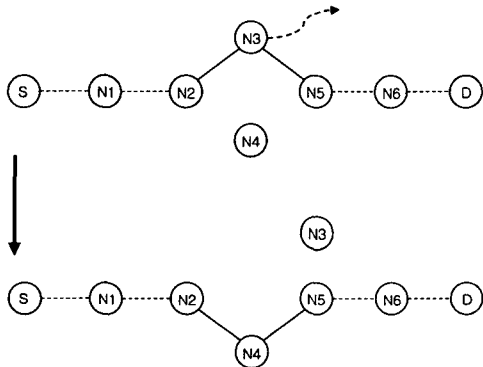
된다.

```

1) 패킷 헤더의 경로 : Let  $P=S \rightarrow \dots \rightarrow N1 \rightarrow N2 \rightarrow \dots \rightarrow N3 \rightarrow \dots \rightarrow D$ 
2) Let  $T_{mp}=P$ 
3) for (노드  $N5$ 의 inter-zone 라우팅 테이블에 있는 각 패스  $P$ ) do
  for (each  $d \in P$  such that  $d$  is a downstream node of  $N5$  in  $P$ ) do
    Let  $P''=(P$ 에서 노드  $N2$ 부터  $d$ 까지의 부분 경로를 노드  $N5$ 에서
     $d$ 로 대체한 경로)
    If (length of  $P'' <$  length of  $T_{mp}$ )
      then
        Let  $T_{mp}=P''$ 
      endif
    end for
  end for
4) If  $T_{mp} \neq P$ 
  then
    새로운 경로  $T_{mp}$ 를 출발지 노드  $S$ 에 경로 응답 패킷을 전달
  endif
5) 출발지 노드  $S$ 가 목적지 노드  $D$ 에 대한 Inter-Zone 라우팅 테이블의
  경로  $P$ 를  $T_{mp}$ 로 변경
6) 임의의 노드  $N5$ 가 노드  $N1$ 에서 받은 데이터 패킷을 전달
  If ( $N5 \neq$  목적지 노드 &  $N5 \neq N1$ 의 경계 노드)
  then
    데이터 패킷의 경로에서 다음 경계 노드  $N7$ 를 발견
     $N5$ 의 intra-zone 라우팅 테이블에서 패스  $P$ 의 노드  $N5$ 에서  $N7$ 까지
    경로를 계산
    패스  $P$ 에서  $N1$ 의 경계 노드를 계산
    If (계산된 경계 노드 =  $N6$ )
    then
      데이터 패킷 경로를  $N5$ 에서  $N6$ 으로 대체
      노드  $N6$ 으로 데이터 패킷 전달
    endif
  endif
  endif
  
```

3.2 중간 노드가 이동하여 경로가 깨진 경우

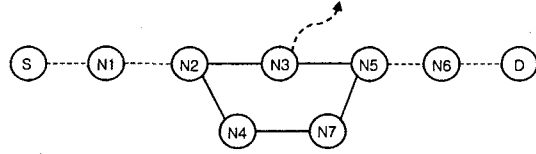
경로가 깨진 것이 발견되면 최소의 비용(시간과 대역폭)으로 가능한 빨리 문제를 해결하는 것이 바람직하다. 본 논문에서는 문제가 출발지 노드에게 보고되기 전에 구역 경로 회복을 수행하기 위한 제안을 한다. 출발지 노드 S에서 목적지 노드 D까지의 경로를 그림 3.2의 위쪽 부분으로 가정한다. 만일 노드 N3이 그림 3.2의 아래쪽과 같이 호스트 N2의 전달 범위로부터 벗어나면 경로는 깨지게 된다.



(그림 3.2) 부분적 경로 회복 과정

사실, 깨진 경로를 복구하기 위해서 N3 노드의 최초 위치에 가까이 있었던 N4 노드를 새로운 연결 노드로 하는 것이 가장 적합하다. 이 문제를 해결하기 위한 방법은 노드 N2가 깨진 노드 N3 대신에 다른 노드와 연결하기 위하여 제한된 작은 범위 내에서 지역 RREQ 패킷을 가지고 방송을 하면 적은 노력으로 경로를 재구성할 수 있다. 그러면 N4, N7, N5 노드는 경로를 재구성하기 위해 노드 N2에게 RREP 패킷을 보낼 수 있다. 이 문제는 지역적인 문제이므로 단지 매우 작은 홉(2 또는 3)으로 충분할 것이다. 또한, 처음 RREQ를 요청할 때 타이머를 셋업하고 만일 깨진 경로가 타임아웃 기간 이내에 경로가 재구성될 수 없으면 정상적인 경로 에러 패킷을 출발지 노드로 보내어 지역 RREQ(global ROUTE\_REQ) 패킷을 보낼 수 있도록 한다. 지역 경로 복구를 위하여 제한된 홉 수가 2라고 가정하자. 홉 수가 3인 부분

적인 경로가 발견될 수도 있다.



(그림 3.3) 노드가 이동할 때 최소의 홉으로 경로를 복구하는 과정

그림 3.3의 N2→N4→N7→N5는 N3 노드가 이동함으로써 깨진 경로를 복구한 것이다. 이유는 N2 노드에서 2개의 홉으로 지역 ROUTE\_REQ를 발송하여 노드 N7이 얻어진 것이다. 그래서 N5 노드는 ROUTE\_REPLY 응답을 하게 된다. 마찬가지로 제한된 홉 수를 3으로 사용하면 4개의 홉 수를 갖는 일부분의 경로가 설정될 수 있다.

본 논문에서 제안한 내용과 비슷한 ABR 프로토콜[6]에서는 만약 노드 x가 깨진 다음 노드를 연결하고자 하는 것을 알게 된다면 두 가지 경우가 발생한다. 만일 노드 x가 경로 1/2지점에 위치(즉, 출발지 노드가 목적지 노드보다 더 가깝게 위치)하면 경로 에러는 출발지 노드에게 보고된다. 다른 경우라면, 경로가 깨지기 전에 운행하기로 되어 있었던 나머지 홉 수와 같은 홉의 제한으로 ROUTE\_REQ를 발송을 한다. 만일 이것이 성공하면, 이 경로는 복구가 되고 경로 에러를 보고 받는 일이 없다. 다른 경우라면, 경로 에러는 x 노드의 전 노드에게 보고될 것이고 상기 2개의 경우를 다시 시도하는 것을 순번대로 되풀이한다. 이것은 깨진 경로 복구되었는지 최소 경로의 첫 번째부터 1/2지점에 하나의 노드가 도달할 때까지 재귀적으로 되풀이하게 된다. 이 접근이 만일 상기의 외부들이 계속 실패하고 있으면 더 많은 대역폭과 더 긴 지연을 초래할지도 모른다.

따라서 본 논문에서는 최소의 노력으로 깨진 경로를 위치 상으로 복구하기 위하여 경로 길이에 상관없이 네트워크 크기를 확장한 것이다.

4. 결론 및 추후연구

본 논문에서는 MANET을 위한 경로 설정 프로토콜의 경로 유지 과정에서 Ad Hoc망 내의 노드들은 이동성의 특성으로 인해 현재 사용되는 경로보다 더 짧은 경로가 발생할 수 있는데 ZRP의 IERP에서 유희상태에 있는 노드들이 감청 수신 모드에서 구성된 네트워크간의 인터페이스로 경로의 단축을 감지하여 새로운 경로로 갱신할 수 있는 방법과 중간 노드가 이동하여 경로가 깨진 경우 출발지 노드에게 보고되기 전에 부분적으로 경로를 복구하는 방법을 제시하였다. 제안한 메커니즘은 항상 최적화된 경로를 유지하게 되고 Ad Hoc망의 위상변화에 대한 적응성을 높일 수 있도록 하였다. 차후 연구로는 ZRP의 다양한 트래픽 속성과 비대칭 링크에 대한 연구를 지속적으로 하고 본 연구의 타당성을 검증하기 위한 시뮬레이션을 실시하여 타 연구 결과와 효율성을 비교 분석할 예정이다.

참고문헌

- [1] Z. J. Haas and M.R. Pearlman "The Zone Routing Protocol(ZRP) for Ad Hoc Networks", IETF Internet draft, Nov. 1997.
- [2] Elizabeth M. Royer and Chai-Keong Toh "A Review of Current Routing Protocols for Ad-Hoc Mobile Wireless Networks", IEEE Personal Communications, vol.6, no.2, pp. 46-55, April 1999.
- [3] Z. J. Haas and M. R. Pearlman. "The Performance of Query Control Schemes for the Zone Routing Protocol", IEEE/ACM TRANSACTIONS ON NETWORKING, VOL. 9, NO. 4, August 2001.
- [4] Z. J. Haas, "The Routing Algorithm for the Reconfigurable Wireless Networks", ICUPC'97, San Diego, CA, Oct. 1997.
- [5] Charles E. Perkins Editor "AD HOC NETWORKING" ADDISON-WESLEY 2001.
- [6] C-K. Toh, "Associativity-Based Routing For Ad-Hoc Mobile Networks", In Proc. IPCCC '96, Feb. 1996.
- [7] Z. J. Haas and M.R. Pearlman "The Interzone Routing Protocol(IERP) for Ad Hoc Networks", IETF Internet draft, 1. 2001, Work in progress
- [8] Z. J. Haas and M.R. Pearlman "The Bordercast Resolution Protocol(BRP) for Ad Hoc Networks", IETF Internet draft, 1. 2001, Work in progress
- [9] Z. J. Haas and M.R. Pearlman "The Intrazone Routing Protocol(IARP) for Ad Hoc Networks", IETF Internet draft, 1. 2001, Work in progress