

무선 ad-hoc 네트워크 환경에서 동적다중경로 유지 기법

김문정, 엄영익
성균관대학교 정보통신공학부
e-mail:tops@ece.skku.ac.kr

Route Maintenance Scheme for DSMR Protocol in Wireless Ad-hoc Network Environments

Moon Jeong Kim, Young Ik Eom
School of Information and Communication Engineering,
Sungkyunkwan University

요 약

무선 ad-hoc 네트워크 환경이란 유선망 하부구조를 갖지 않고 이동 호스트들만으로 구성되는 임시적 네트워크 환경을 말한다. 이러한 환경에서는 저대역폭, 저전력, 잦은 오류 등의 특성에도 불구하고 이동 호스트들이 라우팅 기능을 수행해야 하므로, 보다 효율적인 라우팅 프로토콜이 요구된다. 본 논문에서는 무선 ad-hoc 네트워크 환경에서 이동 호스트들이 라우팅을 위한 주기적 라우팅 정보 방송을 하지 않도록 하면서 경로를 필요로 하는 호스트가 자발적으로 경로를 찾는 과정을 시작하여 하나 이상의 경로 응답을 받고 그 중에서 하나의 경로를 선택하도록 하는 프로토콜을 제안한다. 경로 응답을 받은 나머지 경로는 예비경로가 되어, 라우팅 역할을 하는 이동 호스트들의 이동으로 데이터 전송 경로가 실패하는 경우에 빠른 경로 재설정을 가능하게 한다. 이러한 기법은 데이터의 송수신 패턴이 지역성을 갖는 경우에 매우 유용한 기법이다.

1. 서론

현재 무선 통신 기술 및 무선 기기에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며 최근 다양한 무선 네트워크 제품과 서비스에 대한 요구가 급증하고 있다. 최근 기지국과 기존 유선망의 하부구조를 이용하는 이동 컴퓨팅 환경에 대한 연구뿐만 아니라, IETF의 MANET WG을 중심으로 무선 ad-hoc 네트워크 환경에 대한 연구가 활발히 진행중이다[1]. 무선 ad-hoc 네트워크 환경이란, 기존의 유선망 또는 기지국과 같은 중앙 관리 구조에 의존하지 않고 이동 호스트들만으로 구성될 수 있는 임시적 네트워크를 말한다[2,3,4]. 무선 ad-hoc 네트워크 환경에서는 저대역폭, 저전력, 잦은 오류 등의 특성에도 불구하고 이동 호스트들이 라우팅 기능을 제공해야 하므로 보다 효율적인 라우팅 알고리즘이 제공되어야 하며, 현재 많은 알고리즘들이 제안되고 있다[5-12].

본 논문에서 제안하는 기법에서는 무선 ad-hoc 네트워크 환경에서 경로를 필요로 하는 이동 호스트가 자발적으로 경로 탐색 과정을 시작하고, 하나 이상의 경로 응답을 받도록 하며, 그 중에서 하나의

경로를 선택하여 데이터를 전송하고, 나머지 경로는 예비경로로 유지하도록 한다. 특히, 본 논문에서는 경로 내에 포함된 중간 호스트들이 해당 경로를 항상 모니터링하여 연결이 단절된 것을 감지한 경우에 출발지 또는 목적지 호스트에게 알려 최신의 경로 정보를 유지하도록 하는 기법을 제안한다.

본 논문의 2장에서는 관련연구를 소개하고, 3장에서 DSMR 프로토콜의 경로 설정 단계와 경로 유지 단계 알고리즘을 설명한다. 4장에서는 본 논문에서 제안하는 경로 유지 기법을 시나리오를 통해 설명하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

본 절에서는 현재 무선 ad-hoc 네트워크 환경을 위해 제안되고 있는 라우팅 프로토콜들에 대한 분류와 DSR 프로토콜에 대해 설명한다.

2.1 무선 ad-hoc 네트워크 라우팅 프로토콜 분류
현재 무선 ad-hoc 네트워크 환경을 위해 많은 알고리즘들이 제안되고 있으며, 이들은 그림 1에서와

같이 분류될 수 있다.

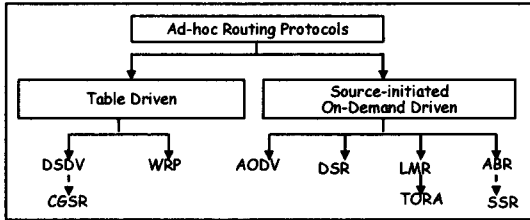


그림 1. 무선 ad-hoc 라우팅 프로토콜의 분류

Table Driven 방식에서, 모든 이동 호스트들은 전체 경로정보를 미리 확보하기 위해 주기적으로 서로의 경로정보를 방송해야 한다. 이 방식은 데이터를 보내고자 할 때 바로 전송할 수 있는 장점을 갖는 반면, 주기적인 경로정보 교환으로 많은 트래픽을 유발시키는 단점을 갖는다. 반면, Source-initiated On-Demand Driven 방식은 주기적인 경로정보 교환없이 경로가 필요할 때 경로 탐색 과정을 거쳐 데이터를 전송하도록 한다.

2.2. DSR(Dynamic Source Routing) 프로토콜

DSR 프로토콜은 Source-initiated On-Demand Driven 방식의 라우팅 프로토콜로, 그림 2에서 기본 동작과정을 보인다.

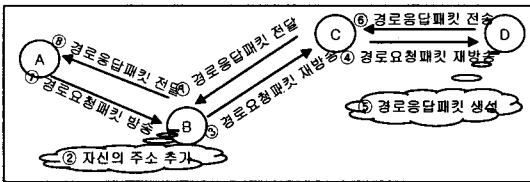


그림 2. DSR의 기본 동작

DSR 프로토콜에서는 데이터를 전송하고자 하는 이동 호스트가 경로를 요청하는 패킷을 방송하고, 중간 호스트들은 경로 요청패킷에 자신의 주소를 삽입하며 전달하고, 목적지 호스트에서는 가장 먼저 도착한 요청패킷에 대해서만 응답패킷을 만들어 응답하게 된다.

3. DSMR(Dynamic Source Multipath Routing)

3.1 개요

무선 ad-hoc 네트워크 환경이란 기존의 유선망이 존재하지 않는 상황에서의 긴급 구조 상황이나 기존의 유선망이 존재하더라도 사용할 수 없는 전쟁시, 또는 경제적인 측면에서 기존의 유선망을 사용하기에는 적합하지 않는 일시적인 네트워크 구성이 요구되는 경우에 이동 호스트들만으로 구성될 수 있는 네트워크 환경이다. 이러한 환경에서는 불특정 다수간의 통신보다 특정 호스트간의 통신 형태가 일반적이다. 이러한 가정으로, 본 논문에서는 경로를 설정하는 단계에서 다중 경로를 저장하고, 저장된 경로들에 대해서는 경로를 형성하는 중간 호스트들이 항상 모니터링 하도록 하는 DSMR 프로토콜을 제안한

다.

DSMR 프로토콜을 적용하기 위해서, 본 논문에서는 각 이동 호스트들이 라우팅 기능을 제공하며 라우팅 캐쉬를 관리한다고 가정한다. 또한, 무선 인터페이스 기술 등에 의해 인접된 호스트간의 링크 연결 감지가 가능하다고 가정하며, 링크 단절(link fail) 발생시 경로의 출발지 또는 목적지 호스트로 경로에러패킷을 전달하게 된다.

3.2 패킷 형식 및 자료 구조

DSMR 프로토콜에서 사용되는 패킷들의 형식을 그림 3에서 보인다.

Type	Ver	SourceID	DestID	TTL	INs	SeqNo	CRC
(a) 경로요청패킷 : RQP(Route reQuest Packet)							
Type	Ver	SourceID	DestID	INs	SeqNo	CRC	
(b) 경로응답패킷 : RRP(Route Reply Packet)							
Type	Ver	SourceID	DestID	INs	SeqNo	CRC	
(c) 데이터 패킷 : DTP(DaTa Packet)							
Type	Ver	SourceID	DestID	EndP	FailP	SeqNo	CRC
(d) 경로에러패킷 : REP(Route Error Packet)							

그림 3. 패킷 형식

그림 3에서, 각 패킷의 Type 필드는 패킷 종류를 구분하며, Ver 필드는 DSMR 프로토콜의 버전 정보를 나타낸다. RQP의 SourceID 필드에는 경로요청 호스트의 id가 포함되며, DestID 필드에는 목적지 호스트의 id가 포함된다. TTL 필드는 RQP가 무한히 방송되는 것을 방지하기 위해 사용되며, INs 필드는 source route가 기록되는 필드이다. RQP의 SeqNo 필드는 해당 호스트에서 생성된 RQP의 일련번호를 포함하며, RQP의 중복 수신을 방지하고 대응되는 RRP를 구별할 수 있도록 한다.

그림 3-(d)의 REP에서 SourceID 필드에는 REP를 생성하는 호스트 id가 포함되며, DestID 필드에는 REP를 받게되는 경로의 출발지 또는 목적지 호스트의 id가 포함된다. EndP 필드에는 경로의 상대 호스트의 id가 포함되며, FailP 필드는 경로 실패를 발생시킨 호스트의 id가 포함된다.

본 논문에서 각 이동 호스트는 라우팅 캐쉬를 유지하며 이의 구조를 그림 4에서 보인다.

SourceID	DestID	INs	Flag
----------	--------	-----	------

그림 4. 라우팅 캐쉬 : RC(Route Cache)

그림 4에서 Flag 필드의 디폴트값은 0이며, 1인 경우 현재 데이터 전송 경로임을 나타낸다.

3.3 알고리즘

DSMR 프로토콜은 경로설정단계와 경로유지단계로 구성된다. 임의의 호스트가 데이터를 전송하고자 하는 경우에, 해당 목적지까지의 경로를 탐색하여 경로를 알게되는 과정을 경로설정단계라 하며, 경로

내에 포함된 중간 호스트들이 해당 경로에 대해 모니터링하여 RC의 정보를 최신 정보로 유지하는 과정을 경로유지단계라 한다.

1) 경로설정단계

임의의 호스트가 경로 탐색을 위해 RQP를 생성하여 방송하는 동작과정을 알고리즘 1에서 보인다.

알고리즘 1. 경로설정단계 - RQP 생성 호스트

```
// Tout : Timeout for waiting first RRP
// Twaiting : Time interval for waiting multi-RRPs
if (route to DestID is found in RC) {
    set the Flag to 1 in RC ;
    transmit DTP to DestID using the source route ;
}
else {
    create RQP and broadcast it ;
    if (not received RRP during Tout)
        update TTL & SeqNo, and then rebroadcast the RQP ;
    if (received RRP) {
        save the source route in RC ;
        set the Flag to 1 in RC ;
        transmit DTP to DestID using the source route ;
    }
    save the source route of received RRP during Twaiting into RC ;
}
```

RQP를 수신한 호스트들의 동작과정은 알고리즘 2에서 보인다. 알고리즘 2에서 initiator는 처음 RQP를 생성한 호스트를 의미하고 target은 RQP의 목적지 호스트를 의미한다.

알고리즘 2. 경로설정단계 - RQP 수신 호스트

```
// HostID : ID of host received RQP
if (HostID equals DestID) {
    save the source route into RC ;
    create RRP and transmit it to initiator ;
}
else {
    TTL ← TTL - 1 ;
    if (TTL equals zero) discard RQP ;
    if (duplicate information for (SourceID, SeqNo))
        discard RQP ;
    else if (route to DestID is found in RC)
        create RRP and transmit it to initiator ;
    else {
        append HostID to the end of INs in RQP ;
        broadcast RQP ;
    }
}
```

알고리즘 2에서, 목적지 호스트는 RRP를 생성하여 RQP의 source route에 따라 출발지 호스트에게 전송하게 된다. RRP를 전달하는 중간 호스트들의 동작과정은 알고리즘 3에서 보인다.

알고리즘 3. 경로설정단계 - RRP 수신 중간 호스트

```
save the source route into RC ;
forward RRP to the next host in the source route ;
```

RRP를 수신한 이동 호스트는 자신의 RC에 해당 경로정보를 저장한 후 해당 경로 내의 다음 호스트로 전달하게 된다.

2) 경로유지단계

데이터 패킷 전송중 경로 실패가 발생하는 경우에 중간 호스트의 동작과정을 알고리즘 4에서 보인다.

알고리즘 4. 경로유지단계 - DTP 수신 중간 호스트

```
// Tout : Timeout for waiting ack
// HostID : ID of host received DTP
if (HostID is found in DTP) {
    if (duplicate information for (SourceID, SeqNo))
        discard DTP ;
    else
        forward DTP to next host in the source route ;
}
if (not received ack during Tout) {
    create REP and transmit it to DestID ;
    remove the entries that include the link between SourceID and FailIP of REP from RC ;
}
```

알고리즘 4에서, 경로 실패를 발견한 호스트는 REP를 생성하여 전송한 후, 자신의 RC에서 자신과 경로 실패를 발생시킨 호스트 간의 링크가 포함된 경로를 나타내는 해당 엔트리들을 제거하게 된다.

RRP를 수신한 호스트들은 자신의 RC에 경로 정보를 저장하고, 이 정보에 대해서는 항상 자신의 이웃 호스트들을 모니터링 하다가 연결이 단절된 것을 감지하는 경우 출발지 또는 목적지 호스트에게 REP를 생성하여 전달하게 되며, 이 과정을 알고리즘 5에서 보인다.

알고리즘 5. 경로유지단계 - 경로 모니터링 호스트

```
// EndHost : initiator or target
if (found link fail among its neighbors in RC) {
    create REP and transmit it to EndHost ;
    remove the entries that include the link between SourceID and FailIP of REP from RC ;
}
```

또한, REP를 수신한 호스트의 동작 과정을 알고리즘 6에서 보인다.

알고리즘 6. 경로유지단계 - REP 수신 호스트

```
// HostID : ID of host received REP
// EndHost : initiator or target
if (HostID equals EndHost) {
    remove the route in RC ;
    remove the entries that include the link between SourceID and FailIP of REP from RC ;
}
else if (HostID is found in REP) {
    forward REP to next host in the source route ;
    remove the entries that include the link between SourceID and FailIP of REP from RC ;
}
```

4. 시나리오

4.1 경로설정단계

DSMR 프로토콜에서 이동 호스트 A가 이동 호스트 I까지의 경로를 찾는 경로설정단계를 수행한 후의 상태를 5에서 보인다.

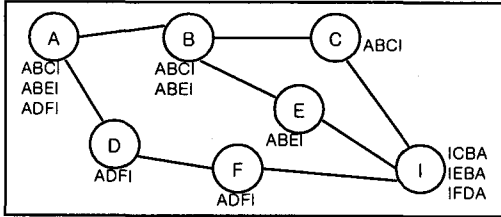


그림 5. A-I로의 경로설정단계 수행후의 상태

그림 5에서는 각 호스트의 라우팅캐쉬(RC) 상태를 보이며, 각 호스트는 자신이 포함된 경로정보를 자신의 RC 내에 저장하여 해당 정보를 항상 모니터링하게 된다.

4.2 경로유지단계

경로설정단계 후에, 각 호스트들은 자신이 포함된 경로정보를 항상 모니터링 하게 되며, 그림 5에서와 같은 상황에서 이동 호스트 D 또는 F의 이동으로 인해 D-F 연결이 끊긴 경우의 동작 시나리오를 그림 6에서 보인다.

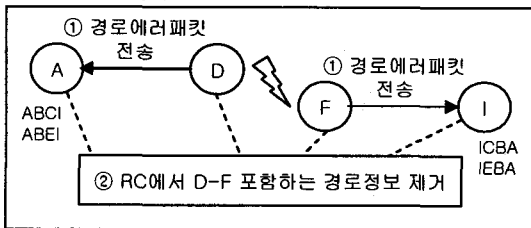


그림 6. D-F 연결이 끊긴 경우의 경로유지 과정

그림 6에서와 같이, RC 내의 경로가 단절되었음을 인지한 호스트(호스트 D와 F)는 경로에러패킷을 생성하여 각각 경로를 가진 출발지 또는 목적지 호스트에 전송하게 되며, 경로에러패킷을 전송하거나 수신한 호스트들은 자신의 RC내의 경로 정보중에서 D-F 연결을 포함하는 정보를 제거하게 된다.

즉, DSMR 프로토콜에서 RC 내의 정보는 현재 사용하고 있는 경로 정보이며, 경로유지단계를 통해 각 RC 정보를 항상 최신 정보로 유지시켜주어, 끊임없는 데이터 전송을 용이하게 한다.

5. 결론

본 논문에서는 무선 ad-hoc 네트워크 환경에서 on-demand 기법을 이용하며, 다중 경로를 유지하는 DSMR 프로토콜을 제안하였다. 일반적으로 데이터 송수신 호스트들의 통신 패턴에서도 지역성을 보이는 경향이 있으며, 이러한 환경에서는 불특정 다수와 통신을 하는 경우보다는 특정 호스트간의 통신이 자주 발생하는 경우가 일반적이다. 이러한 가정으로

본 논문에서는 경로를 찾는 경우 다중 경로를 저장, 유지하고, 이러한 경로에 대해서는 경로를 형성하는 중간 호스트들이 항상 모니터링 하도록 하는 기법을 제안하였다.

DSMR 프로토콜에서는 on-demand 기법을 사용면서 다중 경로를 유지하며, RC에 항상 최신 경로 정보를 유지하므로, 끊임없는 데이터 전송이 용이하며, 라우팅 역할을 하는 이동 호스트들의 이동으로 데이터 전송 경로가 실패되는 경우에도 빠른 경로 재설정을 가능하게 된다.

참고문헌

- [1] J. Z. Sun, "Mobile Ad Hoc Networking: An Essential Technology for Pervasive Computing," In Proceedings of ICII 2001 International Conference on Info-tech and Info-net, Vol. 3, pp. 316-321, 2001.
- [2] S. Corson, J. Macker, "Mobile Ad hoc Networking(MANET)," Internet Draft, Oct. 1998.
- [3] Charles E. Perkins, "Mobile Ad Hoc Networking Terminology," Internet Draft, Nov. 1998.
- [4] S. Corson, S. Batsell, J. Macker, "Architectural Considerations for Mobile Mesh Networking," Internet Draft RFC Ver2, May 1996.
- [5] S. Corson, J. Macker, S. Batsell, "Architectural Considerations for Mobile Mesh Networking," <http://tonnant.itd.nrl.navy.mil/mmnet/mmnetRFC.txt>, May 1996.
- [6] C. E. Perkins, E. M. Belding-Royer, and S. R. Das, "An hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing," Internet Draft, Nov. 2002.
- [7] D. B. Johnson, D. A. Maltz, and Y. Hu, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad-hoc Networks(DSR)," Internet Draft, Feb. 2003.
- [8] R. Sivakumar, P. Sinha, and V. Bharghavan, "Core Extraction Distributed Ad-hoc Routing (CEDAR) Specification," Internet Draft, Oct. 1998.
- [9] M. Jiang, J. Li, and Y. C. Tay, "Cluster Based Routing Protocol(CBRP) Functional Specification," Internet Draft, Aug. 1998.
- [10] V. Park and S. Corson, "Temporally-Ordered Routing Algorithm (TORA) Version-1 Functional Specification," Internet Draft, Nov. 2000.
- [11] Z. J. Haas, M. R. Pearlman, and P. Samar, "The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad-hoc Networks," Internet Draft, Jul. 2002.
- [12] C. K. Toh, "A Novel Distributed Routing Protocol To Support Ad-hoc Mobile Computing," In Proceedings of 15th IEEE Annual International Phoenix Conference on Computers and Communications, 1996.