

## 무선 메시 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜

김유두, 문일영  
한국기술교육대학교

### A Routing Protocol for Wireless Mesh Networks

Yu-Doo Kim, Il-Young Moon  
Korea University of Technology and Education

**Abstract** - 유비쿼터스 시대를 맞이하여 무선 네트워크 환경이 급속도로 발전하고 있다. 이에 본 논문에서는 현재 널리 사용되고 유선 기반의 무선 네트워크가 아닌 무선으로만 네트워크를 형성할 수 있는 무선 메시 네트워크에 초점을 맞춘 다양한 라우팅 프로토콜에 대하여 알아본다. 현재의 무선 메시 라우팅 프로토콜에 대한 연구는 주로 기존의 무선 네트워크의 라우팅 프로토콜을 적용하는 수준에 머물러 있다. 하지만 무선 메시 네트워크는 기존의 무선 네트워크와는 다른 특성이 있다. 이에 무선 메시 네트워크의 특성을 파악하여 새로운 라우팅 프로토콜을 개발 하고자 한다.

#### 1. 서 론

언제 어디서나 접속이 가능한 무선네트워크 기술이 발전하면서 기존의 유선 방식의 LAN(wired Local Area Network)환경이 무선 LAN(Wireless Local Area Network) 환경으로 급속히 바뀌어 가고 있다. 하지만 현재의 무선LAN은 기본망은 유선을 이용하고 구내에서만 무선을 활용하는 형태로의 구축에 그치고 있다. 따라서 무선AP(Access Point)를 설치하기 위해서는 유선 네트워크가 기본적으로 갖추어져 있어야 한다. 이는 무선 AP가 단말과의 통신만 가능 할 뿐, 무선 AP 사이의 통신이 불가능하여 발생하는 현상이다. 따라서 무선AP가 서로 통신을 할 수 있게 된다면 유선망이 전혀 필요 없이 광 대역 무선 네트워크를 구축 할 수 있게 되는데 이를 구현한 것이 무선 메시 네트워크(Wireless Mesh Network)이다.

무선 메시 네트워크는 기존의 무선LAN이 하나의 AP를 중심으로 다수의 컴퓨터가 연결되어, 점대 점 또는 점대 다점 방식으로 네트워크를 구성하는 것과 달리 무선기능을 가진 디바이스들이 서로 통신함으로써 망의 신뢰도를 높이고, 적은 출력을 이용한 확장을 가능하게 하는 무선 네트워크 방식이다[1]. 따라서 무선 메시 네트워크는 언제 어디서나 다양한 장비에서 통신이 가능해야 하는 유비쿼터스 환경 구축에 꼭 필요한 기능이다. 현재 무선 메시 네트워크를 통한 성능 및 품질 개선을 위한 많은 노력을 하고 있지만 주로 하드웨어적인 관점에서 수신율을 높이기 위한 안테나 기술이나 주파수 등에 치중하여 연구가 이루어지고 있다. 하지만 무선 메시 네트워크는 노드(Node)간의 연결 경로가 유선 네트워크와는 달리 동적이고 무한개의 경로가 발생할 수 있기 때문에 이를 효율적으로 제어 할 수 있는 새로운 라우팅(Routing) 기법의 연구가 필요하다. 이에 본 논문에서는 무선 메시 네트워크에 적용 가능한 라우팅 프로토콜에 대하여 기술하고 있다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 효과적인 통신망을 위한 고려 사항

유선 또는 무선 네트워크에서 효과적인 통신망을 구현하기 위해서는 다음의 사항들을 고려하여야 한다.

- **통합성과 신뢰성(Integrity and Reliability)** : 기존의 망에 간단한 수정, 추가만으로 변경이 가능하도록 하여야 하며 결과에 대한 신뢰성이 높아야 한다.
- **호환성(Compatibility with the Existing Network)** : 무선에서 물리 계층은 802.11b/g등을 통해 표준화를 진행하고 있다[2]. 하지만 응용 계층에서의 표준화는 미비하므로 이에 대한 고려가 필요하다.
- **사용자 편리성(Simplicity and Ease of Use)** 통신망을 이용함에 있어 사용자들은 별도의 어려운 작업을 수행하지 않고 간단하고 편리하게 이용할 수 있도록 해야 한다.
- **안전성(Safety)** : 통신망의 운영에 있어 발생할 수 있는 경우의 수를 최소화 하여 안정적인 운영이 될 수 있도록 해야 한다.
- **전송능력(Throughput)** : 단위 시간당 전송되는 데이터의 양이 높아야 하며 신호에 대한 응답이 빨라야 한다.

위의 항목을 통해 라우팅 기법은 단순히 속도만을 높이기 위한 것이 아닌 전체적인 망에 대한 안정성과 다양한 장비의 라우팅 알고리즘에 따른 호환 등 고려해야 할 사항이 많다.

##### 2.2 유선 네트워크 라우팅 프로토콜

유선 네트워크의 라우팅 프로토콜은 오랜 기간 동안의 연구와 운영을 통해 신뢰도가 입증되었다. 따라서 안정적인 유선 네트워크를 분석하여 무선 메시 네트워크에서 적용이 가능한 부분을 찾아보는 것이 중요하다. 다음은 유선 네트워크에서 널리 사용되는 라우팅 프로토콜이다.

##### 2.2.1 RIP (Routing Information Protocol)

RIP는 기업의 근거리통신망, 또는 그러한 랜들이 서로 연결된 그룹과 같은 독립적인 네트워크 내에서 라우팅 정보 관리를 위해 광범위하게 사용된 프로토콜이다[3]. RIP는 IETF에 의해 여러 IGP 중의 하나로 분류되었다. RIP를 사용하면, 라우터 내의 게이트웨이 호스트는 전체 라우팅 테이블을 가장 가까운 호스트에 매 30초마다 보낸다. 인접한 호스트는 자신의 차례가 되면 그 정보를 그 다음 인접한 호스트로 넘기는데, 이러한 전달은 그 네트워크 내의 모든 호스트들이 같은 라우팅 경로 정보를 가질 때까지 계속된다.

##### 2.2.2 OSPF (Open Shortest Path First)

OSPF는 대규모 자율 네트워크에서, RIP에 우선하여 사용되는 라우팅 프로토콜이다[3][4]. RIP과 마찬가지로, IETF에 의해 OSPF는 여러 개의 IGP 중 하나로 지정되었다. OSPF를 사용하면, 라우팅 테이블의 변경 사실이나, 네트워크 내의 어떤 변화를 감지한 호스트는, 즉시 그 정보를 네트워크 내의 다른 모든 호스트들에게 알림으로써, 모두 같은 라우팅 정보를 가질 수 있도록 한다. 라우팅 테이블 전체를 보내는 RIP와는 달리, OSPF를 사용하는 호스트는 오직 변경된 부분만을 보낸다. RIP에서는 매 30초마다 라우팅 테이블을 인접 호스트에 보내지만, OSPF는 변경이 생겼을 때에만 변경 정보를 멀티캐스트 한다.

##### 2.2.3 IGRP (Internet Gateway Routing Protocol)

IGRP는 시스코 시스템즈 고유의 IGP 프로토콜로서, 다른 게이트웨이들과 정보를 교환함으로써 게이트웨이들이 자신들의 라우팅 테이블을 만들 수 있게 해준다[5]. 게이트웨이는 인접 게이트웨이들과 수정된 라우팅 정보를 교환함으로써 다른 네트워크들에 관한 정보를 얻는다.

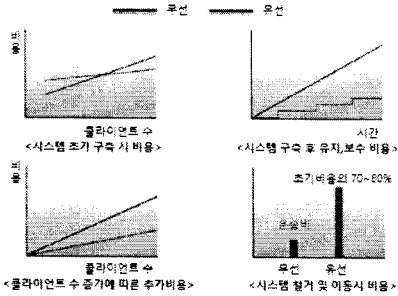
##### 2.3 무선 네트워크의 특성

무선 네트워크는 노드의 이동이나 설치가 쉽고 경로의 제한이 없어 유선 네트워크와는 상당한 차이가 있다. 아래에서는 이러한 무선 네트워크의 특징을 설명하고 있다.

- **전송능력 (Throughput)** : 전송능력에 영향을 주는 요인들은 사용자 수, 무선신호의 전파요소들 즉, 다중경로 (Mutipath) 무선 랜 방식 및 유선네트워크의 Bottleneck등 다양하다.
- **통합성과 신뢰성 (Integrity and Reliability)** : 무선 랜 기술은 상업적, 군사적으로 50~60여 년 전 부터 사용되어 그 신뢰성이 입증된 기술이다. 주파수 간섭은 전송율에 큰 영향을 미치나, 실제로 사용 장소에서는 거의 발생하지 않는다.
- **간섭과 공존 (Interoperability of Wireless Devices , Interference and Coexistence)** : 무선 랜이 사용하는 주파수 대역은 허가가 필요 없이 사용할 수 있는 대역으로 타 기기가 동일 대역을 사용함으로써 간섭 현상이 발생 할 수 있다. 그러나 대부분의 무선랜 개발업체들은 타 기기들과의 간섭을 고려한 설계를 하고 있다.
- **전파사용허가 (Licensing Issues)** : 국제표준으로는 ISM Band (900MHz, 2GHz, 5Ghz)라고 하여 사용허가를 받지 않고 사용할 수 있는 주파수 대역을 할당하고 있으나, 각각 마다 무선 랜을 사용할 수 있는 주파수 범위가 조금씩 차이가 난다[2].
- **사용자 편리성 (Simplicity and Ease of Use)** : Access Point는 각각의 사용자들까지의 Cabling 문제를 제거함으로써 복잡한 배선의 필요성을 없앴다. 또한 이동성을 통하여 관리자들은 사이트 어느 곳에 서라도 전체 네트워크를 관리 감독, 모니터링 하여 신속히 문제를 해결 할 수 있도록 도와준다.
- **보안성 (Security)** : 보안 인증 기능은 AP에 기본적으로 내장 되어 있으며, 유선망보다 월등한 보안성을 갖는다. 이는 무선 랜에서 주고 받는 데이터를 도청하기에는 상당히 어렵기 때문이다.
- **확장성 (Scalability)** : 무선 랜은 AP만 추가 설치함으로써 노드 확장이 가능하고 유선 네트워크의 물리적 거리 한계를 초월할 수 있다.
- **구축의 유연성 (Flexibility)** : 무선 랜 시스템은 벽이나 천장을 뚫는 작업이 불필요하여 신속하고 간편하게 구축이 가능하다. 게다가 기존에 구축된 무선랜 환경의 레아웃 추가, 변경 시 예도 유선LAN에 비해 유연하게 대처할 수 있으며 잦은 자리 이동이나 임시 세미나에 따른 Cabling 비용이 없다.
- **이동성 (Mobility)** : 이동성은 무선랜의 가장 큰 특징이자 장점이라

고 할 수 있다. 유선랜에 비해 월등히 좋아진 이동성으로 인해 무선랜 사용자들은 특정지역 내 어디서나 실시간으로 정보에 접근할 수 있는 이동성을 보장받으므로 유선 환경과는 차별화되는 생산성과 서비스의 증대 효과를 가져 올 수 있다.

- 비용 절감 (Reduced of Management) : 무선 랜 비용은 무선 Access Point (AP) 라는 네트워크 장비 비용과 사용자 접속을 위한 LAN Adaptor 비용으로 구성 된다. 무선 랜을 구축, 유지하는 비용은 유선망의 구축, 유지 비용 보다 경제적이다. 또 Network life cycle 관점에서 비용이 절감되는 효과가 있다.



〈그림 1〉 유, 무선 네트워크의 유지, 보수비 비교

## 2.4 무선 메쉬 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜

하나의 단말기에 연결된 다른 단말기의 경로가 정해져 있는 유선 네트워크와 달리 무선 메쉬 네트워크에서는 인접한 곳에서 무선 신호가 잡히는 단말기는 모두 경로 설정이 가능하기 때문에 그 개수가 무한하다. 또한 이동성이 높으며, 단말 기기들의 전력 소모를 최소화 할 수 있는 방법을 고려해야 한다.

무선 메쉬 네트워크에서의 라우팅 기법은 경로 설정을 위한 방법에 의하여 Proactive와 Reactive 방식으로 나뉘어져 있다[6].

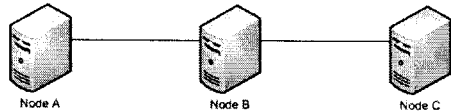
### 2.4.1 Proactive 방식

Proactive 라우팅 프로토콜은 노드간의 주기적인 라우팅 정보 교환을 통해 데이터 전송 이전에 라우팅 테이블을 통해 경로를 관리한다. 라우팅 테이블에서는 최소의 홉 수를 가지는 경로 하나만을 저장하여 최단경로의 라우팅 경로를 통해 데이터를 전송 한다. 이 방식은 주기적인 라우팅 정보 교환을 위하여 오버헤드가 많이 발생할 수 있지만 최단 경로의 라우팅 경로를 통해 데이터의 빠른 전송이 가능하다.

대표적인 Proactive 라우팅 프로토콜로는 DSDV, HMP DSDV등의 프로토콜이 있다[7].

#### 2.4.1.1 DSDV(Destination Sequenced Distance Vector)

DSDV 라우팅 프로토콜은 노드간의 주기적인 라우팅 정보 교환을 통해 데이터 전송 이전에 라우팅 테이블을 통해 경로를 관리한다. 라우팅 테이블에서는 최소의 홉 수를 가지는 경로 하나만을 저장하여 최단경로의 라우팅 경로를 통해 데이터를 전송 한다. 이 방식은 주기적인 라우팅 정보 교환을 위하여 오버헤드가 많이 발생할 수 있지만 최단 경로의 라우팅 경로를 통해 데이터의 빠른 전송이 가능하다.



Destination	Next-Hop	Num of Hops	Sequence	Install Time
A	A	0	A46	001000
B	B	1	B36	001200
C	B	2	B28	001500

〈그림 2〉 DSDV 라우팅 프로토콜의 라우팅 테이블

#### 2.4.1.2 HMP(Hop-by-hop Multi-Path) DSDV

HMP DSDV 라우팅 프로토콜은 DSDV 방식을 응용하여 목적지까지 최소 홉 수를 가지는 다중 라우팅 경로를 유지하고, AODV 방식의 HELLO 메시지를 응용하여 주위 메쉬 라우터와의 링크에서 사용 가능한 잉여 대역폭 정보를 계산한다. 이후 데이터 전달시 최소 홉 수를 가지는 여러 라우팅 경로 중에서 잉여 대역폭이 가장 큰 경로를 다음 홉으로 결정하여 통신을 수행 한다.

### 2.4.2 Reactive 방식

Reactive 라우팅 프로토콜은 송신 노드에서 착신 노드로 데이터를 전송하고자 할 때 착신 노드와의 경로를 설정하기 위해 네트워크상에 경로 탐색 메시지를 발생시킨다. 대표적인 Reactive 라우팅 프로토콜로는 AODV 프로토콜이 있다 [8].

#### 2.4.2.1 DSR(Dynamic Source Routing)

DSR 라우팅 방식은 루트 탐색 절차와 루트 관리 절차로 이루어진다. 루

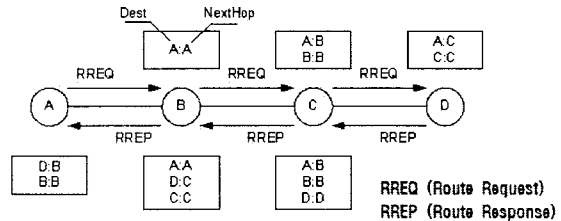
트 탐색 절차는 패킷 데이터 발생 시 목적 노드로의 루트 정보가 존재하지 않을 경우 루트 정보 획득을 위해 RREQ(Route Request) 메시지를 이웃 노드로 Broadcasting한다. RREQ 메시지를 수신한 중간 노드가 목적 노드로의 루트 정보를 루트 캐쉬에 가지고 있지 않을 경우 자신의 주소를 RREQ에 추가하여 이웃 노드로 다시 Broadcasting한다. RREQ 메시지를 수신한 중간 노드가 목적 노드로의 루트 정보를 루트 캐쉬에 저장하고 있을 경우, 목적 노드로의 루트 정보를 RREP(Route Response) 메시지에 추가하여 소스 노드로 전달한다. 루트 상의 링크 오류 발생시 RERR(Route Error) 메시지를 생성하여 소스 노드로 전달한다.

#### 2.4.2.2 DMP(Disjoint Multi-Path) DSR

DSR을 개선한 DMP DSR 라우팅 프로토콜은 경로 탐색 시 이동 하거나 연결이 끊어진 단말의 정보를 주위 단말들에 전달하고 이 정보를 이용하여 연결이 끊어진 단말에 대한 정보를 라우팅 테이블에서 삭제하고 이를 이용하여 QoS를 보장해 주고 있다.

#### 2.4.2.3 AODV(Ad hoc On-demand Distance Vector)

AODV 라우팅 프로토콜은 데이터 전송 요청이 있을 때 마다 이웃 노드에 RREQ(Route Request) 메시지를 Broadcasting 하여 목적지를 찾는다. 이 메시지를 받은 노드는 RREP(Route Response) 메시지를 호출한 노드에 전송하여 메시지 수신 확인을 한다. 이 과정을 통해 목적지를 찾아 라우팅 경로를 설정한다. 또한 Sequence number를 확인하고 역 경로를 저장하여 루프를 방지한다. 이 방식은 데이터 전송 요청이 있을 때에만 메시지를 발생시키므로 오버헤드가 적지만 목적지를 위한 경로만을 찾을 뿐 최적의 경로를 결정할 수 없는 단점이 있다.



〈그림 3〉 AODV 라우팅 프로토콜의 동작

## 3. 결 론

살펴본 바와 같이 무선 메쉬 네트워크는 무선망으로만 이루어진 네트워크 형태로써 기존의 유선 라우팅 프로토콜은 적용이 불가능하며, 일반적인 무선 네트워크의 라우팅 프로토콜도 최적의 성능을 보여줄 수 없다. 하지만 현재의 연구는 무선 메쉬 네트워크에 기존 무선 네트워크의 다양한 라우팅 프로토콜의 적용에 중점을 두고 있어 무선 메쉬 네트워크의 특성에 맞는 최적의 라우팅 알고리즘의 연구가 필요하다. 이에 기존의 무선 라우팅 알고리즘의 적용에 중점을 둔 연구가 아닌, 미래의 무선 네트워크 환경의 필수 기술이 될 무선 메쉬 네트워크의 특성을 파악한 새로운 라우팅 프로토콜의 연구가 필요하다.

### [참 고 문 헌]

- [1] Ian Akyildiz, Xudong Wang, Weilin Wang, "Wireless Mesh Networks: A Survey", Elsevier Computer Networks, Vol. 47, No. 4, pp. 445-487, Mar. 2005.
- [2] Wang, S.-C.; Chen, Y.-M.; Tsern-Huei Lee; Helmy, A, "Performance evaluations for hybrid IEEE 802.11b and 802.11g wireless networks", Performance, Computing, and Communications Conference, 2005. IPCCC 2005. 24th IEEE International, pp111-118, April 2005
- [3] Gouda, M.G.; Schneider, M, "Maximizable routing metrics", Network Protocols, 1998. Proceedings. Sixth International Conference, pp 71 - 78, Oct. 1998.
- [4] Maj, S.P.; Murphy, G.; Kohli, G, "State models for internetworking technologies", Frontiers in Education, 2004. FIE 2004. 34th Annual 2004 pp 10-15 Vol. 2
- [5] Low, S.; Varaiya, P, "Stability of a class of dynamic routing protocols (IGRP)", INFOCOM '93. Proceedings. Twelfth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Networking: Foundation for the Future. IEEE, pp 610-616, April 1993
- [6] E. M. Royer and C. K. Toh, "A review of current routing protocols for ad hoc mobile wireless networks", IEEE Personal Communications, Vol. 6, issue 2, Apr. 1999, pp. 46-55.
- [7] C. E. Perkins and P. Bhagwat, "Highly dynamic destination-sequenced distance-vector routing (DSDV) for mobile computers", Proceedings of SIGCOMM, Aug. 1994, pp. 234-244.
- [8] C. E. Perkins, E. B. Royer, and S. Das, "Ad hoc on-demand distance vector (AODV) routing", IETF RFC 3561, Jul. 2003.