

# Wireless Mesh Network(WMN)에서 우회경로의 Hop 수와 잉여대역폭을 이용하여 개선한 DSDV Routing 기법

이상구\*, 권영호\*\*, 이병호\*\*

\*한양대학교 미디어통신공학전공

\*\*한양대학교 컴퓨터공학

e-mail: esg803@nate.com

## DSDV Routing Technique Improved by Use of Residual Bandwidth and the number of Hop in Bypass Path on Wireless Mesh Network(WMN)

Sang Gu Lee\*, Yong Ho Kwon\*\*, Byung Ho Rhee\*\*

\*Dept. of Media Communication Engineering, Hanyang University

\*\*Dept. of Computer Engineering Hanyang University

### 요 약

기존의 Wireless Mesh Network(WMN)에서 제안된 EFMP DSDV 기법은 우회 경로 이후의 잉여 대역폭이 좋지 않을 경우 우회하지 않았을 때보다 성능이 더 좋지 않은 경우가 발생한다. 이 같은 단점을 보완하기 위하여 본 논문에서는 우회 경로 다음 홉 간의 경로 정보인 Hop수와 잉여대역폭에 대한 정보를 획득하여 수식으로 유도된 Bypass값을 통해 각 우회경로의 비교를 제안한다.

### 1. 서론

Wireless LAN을 이용한 Wireless network의 사용은 그 편리함과 효율성을 기반으로 실생활에서 점점 사용빈도가 증가하고 있다. 이에 따라 새로운 Wireless network를 위한 기술도 끊임없이 발전하고 있다[1][4].

최근 Wireless network 중에서도 Wireless Mesh Network에서 Routing Protocol에 대한 연구가 상대적으로 많이 진행되고 있으며 Wireless network를 구현하기 위한 많은 요소 중 Routing 기술은 Data를 효율적으로 전달하기 위한 대표기술로써 유사한 통신 특성을 가지는 Ad-hoc 네트워크의 Routing Protocol을 적절히 변형하여 적용하는 방안이 논의되고 있다[2][7].

Wireless Mesh Network에서 대표적인 Routing Protocol인 DSDV(Destination Sequenced Distance Vector)는 최소 홉 수를 기반으로 Routing이 된다. 이와 달리 HMP(Hop by hop Multi-Path) DSDV는 최소 홉 수뿐만 아니라 한 홉 거리에 있는 노드들의 잉여 대역폭 테이블 값을 고려하여 라우팅을 시도한다[3].

또한 EHMP(Enhanced HMP) DSDV는 홉 간 잉여 대역폭 정보를 이용하여 임의의 값만큼 우회가 가능하여 좋은 대역폭으로 데이터를 보낼 수 있지만 한 홉 거리의 노드 간 잉여 대역폭 정보만 가지고 있으므로 우회한 다음 홉의 잉여대역폭이 나쁠 경우 우회하지 않았을 때보다 성능이 더욱 안 좋은 경우가 발생한다[5][6][7].

이를 개선하기 위해 본 논문에서는 우회경로 이후의

정보인 우회경로의 Hop수와 각 Hop의 잉여대역폭을 사용하여 Bypass 값을 구하고 이를 적용한 라우터 테이블 갱신을 통한 EHMP DSDV 기법을 더 개선하고자 한다.

### 2. 기존연구

EHMP DSDV의 우회 경로 이후 잉여 대역폭이 좋지 않을 경우 나타나는 단점을 개선하기 위해 [7]에서 제안된 BIMP(Bypass Information Multi-Path) DSDV 라우팅기법은 우회 경로 다음 홉 간의 경로 정보를 획득하고 이를 이용하여 신뢰성 있는 우회 정보를 가지는 개선책을 제안했다. 각 우회경로에 포함되는 Hop 중 가장 적은 잉여대역폭들을 비교하여 가장 높은 잉여대역폭을 가지는 경로를 선택하는 알고리즘이다. 하지만 이 알고리즘에는 다음과 같은 단점이 존재한다.

최소 홉 수의 경로와 갖가지 우회 경로 중 최적의 경로를 찾기 위해서는 Data 전송시간을 고려해야하는데 이를 구하기 위해서는 그 경로의 Hop 수와 그 경로 모든 구간의 잉여대역폭의 값이 필요하다. 이들 값을 이용한 Data 전송시간은 아래와 같이 데이터 bit( $b_{data}$ )를 각 Bypass Hop의 잉여대역폭( $Ri_{band}$ )으로 나눈 값을 합해서 나타낼 수 있다. 그 식은 아래와 같다.

$$T_{transmit} = \frac{b_{data}}{R1_{band}} + \frac{b_{data}}{R2_{band}} + \dots = b_{data} * \sum_{i=1}^{B_{all}} \frac{1}{Ri_{band}} \quad \dots (1)$$

식 (1)에서 전송시간이 각 우회 경로 중 가장 작은 잉여대역폭이 다른 우회경로들의 값보다 크다고만 해서 전

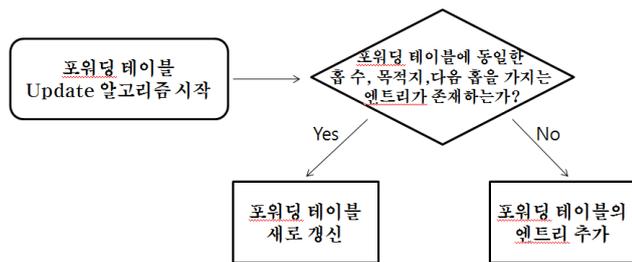
송시간이 줄어드는 것이 아님을 알 수 있다. 잉여대역폭이 크지만 많은 Bypass Hop을 거쳐서 전송이 된다면 1개의 Bypass Hop을 거치는 시간은 짧지만 해당하는 우회 경로상의 Bypass Hop 수가 크기 때문에 반드시 잉여대역폭이 가장 큰 우회 경로가 최적의 경로가 될 수는 없다.

3. 알고리즘 제안

기존 BIMP(Bypass Information Multi-Path) DSDV 라우팅기법[7]은 우회 정보를 제공받아 우회 경로 이후 잉여대역폭 문제를 해결하였으나 잉여대역폭과 관련된 전송시간이 고려되지 않는 한계가 있었다. 본 논문에서는 이러한 단점을 개선하기 위해 포워딩(Forwarding) 테이블, 네이버(Neighbor) 테이블[7]을 통해서 전송 시간을 고려할 수 있는 최적의 경로를 판단할 수 있는 식을 도출하도록 할 것이다. 식 (1)에서 전송시간은 Bypass 값과 비례하므로 최적화된 전송시간을 계산하기 위해서는 테이블에 기록된 우회 경로의 Hop 수와 잉여대역폭을 모두 고려하기 위해 총 Bypass Hop 수( $B_{all}$ )와 Bypass Hop들 간의 잉여대역폭( $R_{iBand}$ )를 이용하여 다음 (2)와 같은 식을 도출할 수 있다.

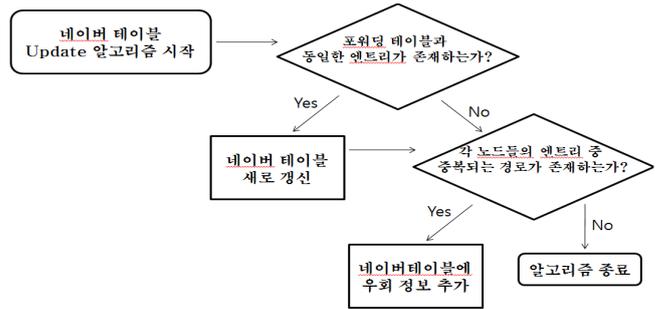
$$\begin{aligned}
 Bypass &= \sum_{i=1}^{B_{all}} \frac{1}{R_{iBand}} \\
 &= \frac{R_{2Band} * R_{3Band} * \dots * R_{B_{all}Band} * (R_{2Band} + R_{3Band} + \dots + R_{B_{all}Band})}{R_{1Band} * R_{2Band} * \dots * R_{B_{all}Band}} + \\
 &\quad \frac{R_{1Band} * R_{3Band} * \dots * R_{B_{all}Band} * (R_{1Band} + R_{2Band} + \dots + R_{B_{all}Band})}{R_{1Band} * R_{2Band} * \dots * R_{B_{all}Band}} + \\
 &\quad \dots + \frac{R_{1Band} * R_{2Band} * \dots * R_{B_{all}-1Band} * (R_{1Band} + R_{2Band} + \dots + R_{B_{all}-1Band})}{R_{1Band} * R_{2Band} * \dots * R_{B_{all}Band}} \\
 &\quad + \frac{B_{all}}{R_{1Band} * R_{2Band} * \dots * R_{B_{all}Band}} \\
 &\approx \frac{B_{all} + B_{all} * (B_{all} - 1)}{R_{1Band} + R_{2Band} + \dots + R_{B_{all}Band}} = \frac{B_{all}^2}{\sum_{i=1}^{B_{all}} R_{iBand}} \dots (2)
 \end{aligned}$$

식 (2)와 같이 유도된 Bypass 값은 우회 경로의 전송시간과 비례하는 값을 가진다. 결국 이 값이 작을수록 더 빠른 시간에 데이터를 전송할 수 있게 된다. 그러므로 본 논문에서는 위 식 (2)로부터 데이터 전송시간과 관련된 Bypass값을 계산하고 계산된 값을 통한 라우터의 포워딩 테이블과 네이버 테이블 항목 갱신(Update)방법에 대한 알고리즘을 제안하고 이를 통하여 데이터 전송을 위한 최적화된 경로를 선택하는 방법을 제안하고자 한다. 먼저, 본 논문에서 제안하는 포워딩 테이블 갱신 알고리즘은 다음과 같다.



(그림 1) 포워딩 테이블 Update 알고리즘

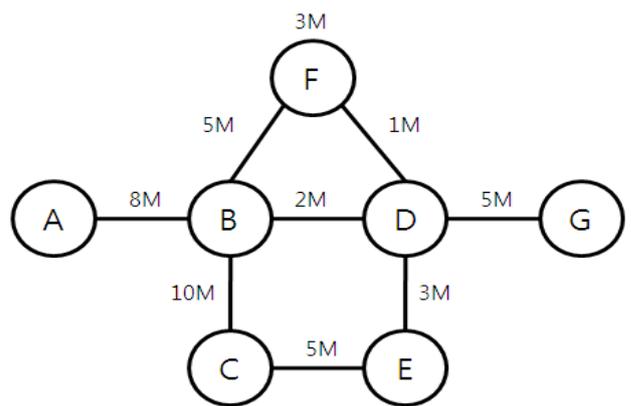
기존 알고리즘과의 차이점은 포워딩 테이블에서 각 목적지마다 최소 Hop 수와 N+1 Hop 이상 차이가 나는 엔트리 삭제라는 항목이 없어진 점이다. 기존 알고리즘에서 위 항목을 추가한 이유는 각 목적지까지의 우회경로 중 총 Hop 수가 일정 경로 이상의 Hop 수일 때 엔트리에서 제거하기 위한 목적인데 이 논문에서는 우회경로 중 최적의 경로를 선택할 때 Hop 수를 고려하여 결정하므로 삭제할 수 없는 과정이다. 두 번째로 본 논문에서 제안하는 네이버 테이블 갱신 알고리즘은 다음과 같다.



(그림 2) 네이버 테이블 Update 알고리즘

본 논문에서 제안된 네이버 테이블 갱신 알고리즘은 네이버 테이블의 항목에 차이가 있다. Bypass 값을 구하기 위해서 네이버 테이블에서  $R_{Band}$ 의 값을 우회 경로를 거치는 잉여 대역폭 중 최솟값이 아닌 우회 경로의 각 Hop의 잉여 대역폭의 값을 모두 더한 값으로 결정된다. 다음 항목인  $B_{all}$ 은 총 Bypass Hop 수( $B_{all}$ )를 나타낸다.

위에서 제안한 알고리즘을 적용하여 (그림 3)과 같이 가상 Mesh Network에서 라우터 B에서 라우터G로 데이터를 전송한다고 가정해보자.



(그림 3) 가상 Mesh Network

포워딩 테이블 갱신 알고리즘과 네이버 테이블 갱신 알고리즘을 라우터 B에 적용한다면 라우터 B는 라우터 G로 보내기 위해서 라우터 D, F, C을 통한 경로로 총 3가지 경로를 선택할 수 있다. 이 때 Bypass 값을 식 (2)와 아래와 같은 알고리즘이 적용된 테이블의 정보들을 이용

하면 Next Hop으로 라우터 D 선택 시 값은 0.33, 라우터 F 선택 시 값은 0.67, 라우터 C 선택 시 값은 0.5 임을 알 수 있다. 결과적으로 전송시간과 비례하는 Bypass 값이 가장 작은 라우터 D를 Next Hop으로 결정하는 것이 효과적임을 알 수 있고 총 3가지 경로 중 라우터 D를 통한 우회경로가 데이터 전송 시 최적의 경로임을 알 수 있다.

<표 1> 라우터 B의 포워딩 테이블

Destination	Next	Hop
A	A	1
C	C	1
C	D	3
C	F	4
D	D	1
D	C	3
D	F	2
E	C	2
E	D	2
E	F	3
F	F	1
F	D	2
F	C	4
G	D	2
G	F	3
G	C	4

<표 2> 라우터 B의 네이버 테이블

Next	$R_{Band}$	$B_{all}$
A	8	0
C	10	0
D	3	0
F	5	0
C-E	15	1
F-D	6	1
D-E	6	1
D-F	4	1
C-E-D	18	2
D-E-C	10	2
F-D-E	9	2
F-D-E-C	14	3
C-E-D-F	19	3

#### 4. 결론

우회 경로를 통해 Data가 전송되는 시간을 포워딩 테이블과 네이버 테이블의 정보를 통해 구할 수 있도록 Bypass에 대한 식을 유도하였다. 그리고 이 식을 이용하여 네이버 테이블의  $R_{band}$ 와  $B_{all}$ 를 이용하여 Bypass 값을 구했고 원하는 목적지를 향하는 다음 경로 중 이 값이 가장 적은 Next Hop을 택했다. 이 Bypass 값은 우회경로의 Hop수와 잉여대역폭 모두를 고려한 값이므로 우회경로들 중 가장 작은 잉여대역폭을 비교하던 기존 라우팅 기법보다 전송시간과 효율성을 따지는 경로를 선택하는데 더 적절한 방법을 제시하고 있다.

향후 과제로는 본 논문에서 제안한 알고리즘을 이용하

여 Routing Protocol을 구현하고 전송과정에 있는 여러 가지 변수들을 고려한 시뮬레이션을 통해 예상 시나리오와 비교해보고 얼마나 효율성이 있는지 분석해보고자 한다.

#### 참고문헌

- [1] IEEE 802.11n: Standard for Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 5: Enhancements for Higher Throughput, 2009.
- [2] I. F. Akyildiz, X. Wang, and W. Wang. "Wireless mesh networks: a survey," Computer Networks, Vol. 47, 2005
- [3] W. H. Tam and Y. C. Tseng . "Joint multi-channel link layer and multi-path routing design for wireless mesh networks," Proceedings of INFOCOM, , 2005
- [4] M. Xiangrui, T. Kun, and Z. Qian. "Joint routing and channel assignment in multi-radio wireless mesh networks," Proceedings of ICC, Vol. 8, 2006
- [5] L. Ma and M. K. Denko. "A routing metric for load-balancing in wireless mesh networks," Proceedings of AINAW, Vol. 2, 2007
- [6] W. Jiang, S. Liu, Y. Zhu and Z. Zhang. "Optimizing routing metrics for large-scale multi-radio mesh networks," Proceedings of WiCom, 2007
- [7] 이도엽, 무선메쉬 네트워크에서 우회 정보를 이용한 다중경로 DSDV 라우팅 기법, 2009