

# 무선랜 환경에서 자원효율적인 무선채널의 사용과 고속 데이터 전송을 위한 그룹화 알고리즘

우성제, 이태진  
성균관대학교 정보통신공학부  
e-mail:codante@ece.skku.ac.kr

## Grouping Algorithms for Efficient Use of Wireless Channel and High-Rate Transmission in Wireless LANs

Sung-Je Woo, Tae-Jin Lee  
Dept of Information and Communication Engineering,  
SungKyunKwan University

### 요 약

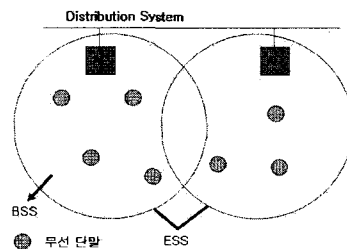
무선랜은 무선으로 근거리 단말들을 연결하는 통신 기술로, 높은 데이터 전송률을 제공할 수 있다. 무선랜은 보통 하나의 AP와 하나 이상의 단말 기기가 BSS를 구성하는데 AP에서 거리가 멀리 떨어진 단말은 신호의 세기가 약해지므로 고속 데이터 전송률의 보장을 받을 수 없는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는 무선 단말중 일부를 리피터로 이용함으로써 그룹화를 통해 고속 데이터 전송을 가능하게 하는 방법을 제안하고, 시뮬레이션을 통해 무선 단말의 그룹화를 위한 깊이우선탐색 알고리즘과 넓이우선탐색 알고리즘을 비교, 분석하였다. 그 결과 넓이우선탐색 알고리즘이 무선 단말을 위한 그룹화에 보다 효과적인 알고리즘임을 보였다.

### 1. 서론

무선랜 [1],[2]은 AP를 통해 외부망과 접속하는 infrastructure형태나 독자적으로 단말끼리 네트워크를 구성하는 ad-hoc 형태로 통신을 한다. IEEE 802.11의 infrastructure에서 AP를 중심으로 한 기본 서비스 단위를 BSS(Basic Service Set)라고 하며 두개 이상의 BSS로 이루어진 모임을 ESS(Extension Service Set)라고 한다. BSS와 ESS의 예가 그림 1에 표현되어 있다.

이러한 무선랜 구조에서 AP와 단말간의 거리가 멀어질 수록 신호의 세기가 약해지므로[3] 그에 따른 전송률의 저하와 이로 인한 무선자원의 낭비가 일어날 수 있다. 또한 일반적으로 AP가 무선 단말의 위치를 탐색[4],[5]할 수 없으므로 위치 정보를 이용해서 효율적으로 무선자원을 활용하는 것이 용이하지 않다.

이런 문제를 보완하기 위해서 임의의 단말을 리피터  
그림 1. 일반적인 IEEE 802.11 무선랜 시스템의 구성도



(repeater)로 선정해 AP의 신호를 받아서 가까운 거리에 있는 다른 단말들에 전달해 주는 방법을 고려할 수 있다. 무선 단말간의 거리 및 신호세기를 기준[3]으로 대상 단말들을 그룹화 시킬 수 있는데, 단말로의 데이터 전송 시 전송률 저하가 일어나지 않도록 효율적인 그룹화를 위해 적절한 그룹반경 범위를 설정해야 한다. 이를 위한 거리와 그에 따른 RSSI(Received Signal Strength Indication)의 관계를 표 1에 예시하였다.

표 1. 단말간의 거리와 RSSI와의 관계 예.

Indoor		Outdoor	
Distance	RSSI	Distance	RSSI
10m	61.63	40m	51
30m	53.90	60m	43.28
40m	52.70	80m	43.28
50m	50.91	100m	39.41
60m	47.11	120m	40.88

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 단말 그룹화를 위해 제안하는 깊이우선탐색에 의한 그룹화 알고리즘에 대해 알아보고, 3장에서는 넓이우선탐색을 위한 그룹화 알고리즘을 제안한다. 4장에서는 두 가지 알고리즘에 대한 성능분석이 있고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 깊이우선탐색(Depth First Search)

DFS에 의한 그룹화의 처음 단계로 AP가 알고 있는 무선 단말로 순차적으로 RTS 프레임 송신한다. RTS를 수신한 단말은 CTS로 AP에게 응답하며 AP가 수신한 CTS로부터 AP와 무선 단말 간의 RSSI 측정값을 테이블에 기록한다.

AP와 특정단말이 RTS와 CTS를 주고 받는 동안 다른 모든 단말들은 무선매체의 특성상 AP와 특정단말간의 CTS를 감지할 수 있는데, 다른 단말에서 특정단말의 CTS가 감지되면 RSSI 측정값을 단말 ID와 함께 테이블에 기록한다.

AP에서 RSSI측정결과 전송률이 저하되지 않는 일정신호레벨 이내의 무선 단말들을 대상으로 첫 번째 그룹화과정을 시작하며 첫 번째 그룹인  $G_0$ (그룹 0)이 형성된다.  $G_0$ 의 단말들은 리피터 선정을 위한 과정으로 0과 1사이의 균일분포 랜덤넘버를 발생시켜 일정범위( $p_0 \sim p_1$ )에 속하는 수를 발생한 단말이  $G_0$ 의 리피터( $R_0$ )로 선정이 된다.

선정된  $R_0$ 은 자신과  $G_0$ 에 포함된 단말을 제외한 다른 단말과의 RSSI 측정값을  $R_0$ 이 가진 테이블을 참조하여 일정한 범위 이내의 값을 가진 단말을 중심으로 두 번째 그룹화를 시도하고  $G_1$ 을 형성한다.

새로 형성된  $G_1$ 에서도 리피터 선정을 위하여 0과 1사이의 균일 랜덤넘버를 발생시켜 일정범위( $p_0 \sim p_2$ )의 랜덤넘버를 발생시킨 단말중 하나가  $G_1$ 의 리피터( $R_1$ )로 선정된다.

이후 그룹화 과정은 새로 형성된 그룹의 리피터가 자신이 기록한 단말에 대한 테이블에서 일정한 범위 이내의 신호세기들을 가진 무선 단말이 없을 경우까지 계속되며 테

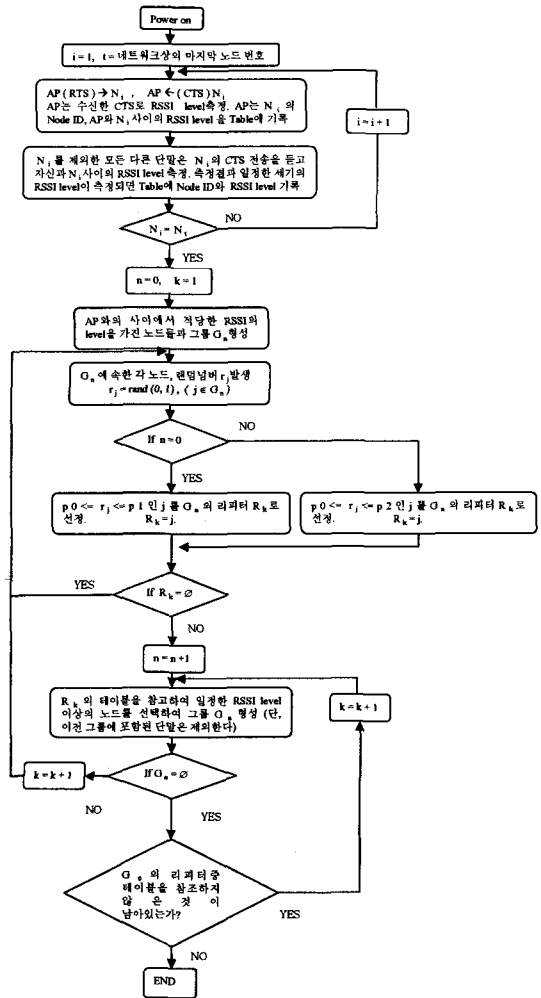


그림 2. 제안된 깊이우선탐색을 이용한 리피터 선정 및 단말그룹 알고리즘.

이들에 적당한 RSSI 측정값 범위 이내의 단말이 없을 경우에  $G_0$ 에서 선정되어 아직 그룹화를 하지 않은 리피터에서 그룹화를 진행한다. DFS과정은  $G_0$ 에서 선정된 모든 리피터가 그룹화 수행을 마칠 때까지 계속한다. DFS에 의한 리피터 선정 및 단말 그룹 알고리즘은 그림 2와 같다.  $p_0 \sim p_2$ 는 표2에 제시되어 있다.

표 2. 순서도에 사용된 파라메터.

Parameter	Value
$p_0$	0
$p_1$	0.6
$p_2$	0.4

### 3. 넓이우선탐색(Breadth First Search)

BFS에 의한 그룹화에서  $G_0$ 의 형성과정과  $G_0$ 에서의 리피터 선정과정은 DFS 알고리즘과 동일하다. 차이점은  $G_0$  형성후  $G_0$ 에서 선정된 각 리피터가 모두 차례로 그룹화 과정을 수행하는 방식이다. 각 단말에서 랜덤넘버를 발생 시켜 p0와 p2사이의 랜덤넘버가 발생된 단말을 리피터로 선정하고 선정하고 선정된 리피터는 소속된 그룹에서 계속 그룹화를 수행한다. DFS 알고리즘과 마찬가지로  $G_0$ 이 외의 그룹형성에서 각 리피터는 자신이 가지고 있는 테이블에서 일정한 신호세기 범위를 가진 단말을 대상으로 그룹화 작업을 한다. 이러한 BFS 그룹화 작업은 각 그룹에서 선정된 리피터의 테이블에 주위의 단말중 일정한 신호세기이상을 가진 단말이 없을 때까지 계속되며, 만일 리피터가 설정 신호세기내의 무선 단말이 없을 경우에는 리피터의 역할을 중지하고 현 그룹의 무선 단말 단말로 남게 된다.

BFS 알고리즘에서는  $G_0$ 의 리피터로 선정된 무선 단말들을 우선해서 그룹화의 영역을 넓혀가는 방식이다. 이같은 BFS에 의한 리피터 선정 및 단말그룹 알고리즘은 그림 3과 같다.

### 4. 성능분석

제안된 DFS, BFS 알고리즘의 성능분석을 위해 시물레이션을 수행하였다.

시물레이션에서 사용된 네트워크 환경은 200m x 200m 이며 AP는 중앙에 위치하고 있다.

표 3에 시물레이션에 사용된 파라미터를 나타내었다.

무선 단말들은 균일한 랜덤 분포를 갖고 위치하며 시물레이션에서 그룹화에 필요한 RSSI 측정값을 3가지로 구분하여 RSSI 측정값 레벨에 따른 그룹화의 성능을 비교하였다. 무선 단말 수는  $10^3 \sim 10^4$  개 이다.

그림 4, 5에서는 두 가지 알고리즘에서 형성된 그룹화의 효율을 보여주고 있다.

그룹화 효율  $\eta$ 은 다음과 같이 정의한다.

$$\eta = \frac{\text{그룹에 포함된 단말수}}{\text{전체 단말수}}$$

이 값은 네트워크에서 그룹화 알고리즘이 포함할 수 있는 단말의 수를 표현하고 있다. BFS 알고리즘의 효율이 DFS 알고리즘보다 3~5 %의 효율향상을 나타내고 있다.

이 결과는  $G_0$ 에서 리피터로 선정된 무선 단말들이 초기에 많은 영역을 포함하면서 DFS 알고리즘보다 많은 단말들을 그룹화 대상에 포함시키는데서 기인함을 알 수 있다.

그림 6은 p1과 p2값에 따른 효율 변화를 보여주는 그래프이다. p2의 값에 상관없이 p1과 단말 개수 증가에 따라

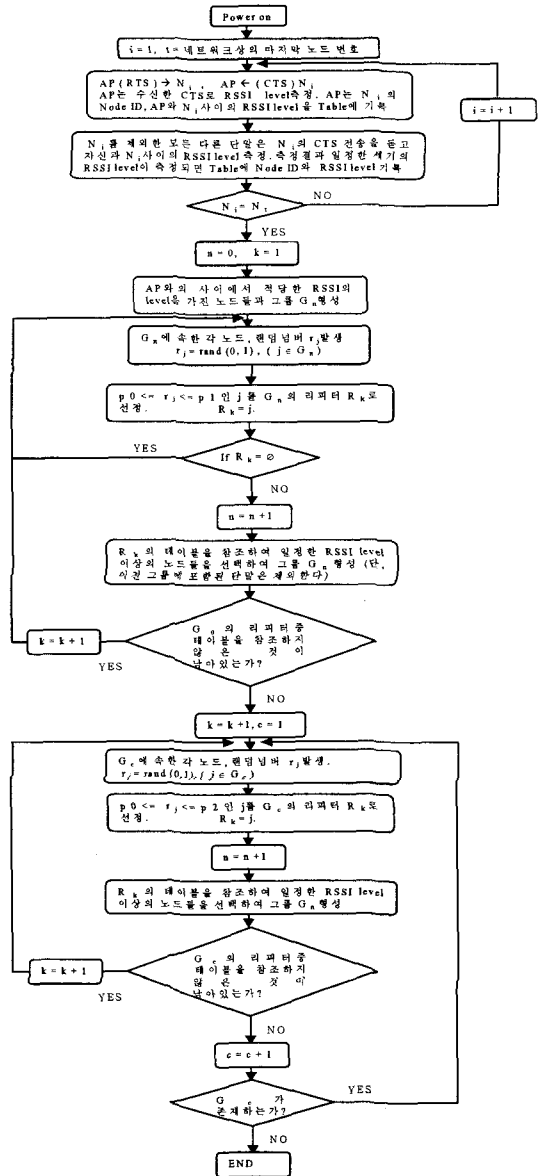


그림 3. 제안된 넓이우선 방식을 이용한 리피터 선정 및 단말그룹 알고리즘.

표 3. 시물레이션에서 사용된 파라미터.

Parameter	RSSI Value
RSSI 1	52.70 이상
RSSI 2	50.91 이상
RSSI 3	47.11 이상

서 효율이 증가하는 것을 알 수 있다. p1이 0.6이상일 때 효율이 80% 이상인 것을 알 수 있다.

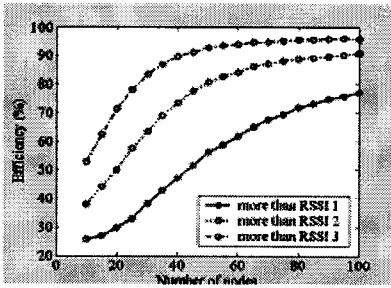


그림 4. DFS에서의 그룹화 효율.

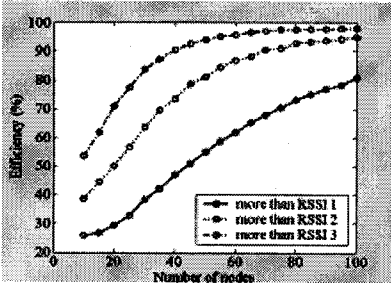


그림 5. BFS에서의 그룹화 효율.

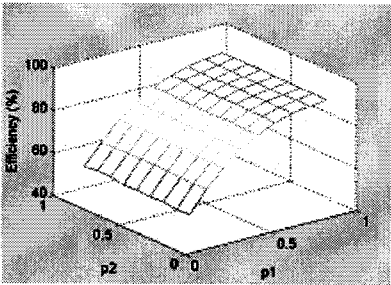


그림 6. BFS에서 p1과 p2변화에 따른 그룹화 효율의 변화 (단말 60, RSSI 2).

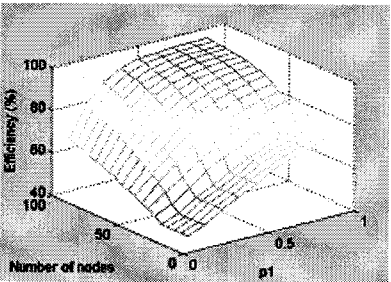


그림 7. BFS에서 단말개수의 변화와 p2변화에 따른 그룹화 효율의 변화 (단말 60, RSSI 2).

그림 7에서 단말개수와 p1의 변화에 따른 효율을 나타내었는데 이를 이용하면 단말 개수에 따른 적절한 p1값의 선택이 가능하다. 단말 개수가 30개 이하일 경우나 p1이 0.2이하일 때 효율의 증가가 선형적으로 증가하며 그 이

상일 경우 효율증가 폭이 커지는 것을 알 수 있다. 이를 통해 단말의 개수가 50개 이상일 때 효율 80% 이상을 유지하기 위해서는 p1이 0.6정도가 적당한 것을 알 수 있다.

### 5. 결론

본 논문에서는 무선랜 환경에서 자원 효율적인 무선 단말의 그룹화 알고리즘 두 가지를 제안하였다. 제안된 알고리즘을 검증하기 위하여, 무선 단말이 균일하게 분포한 환경에서의 그룹화 성능을 시뮬레이션을 통해 비교하였다. 그 결과, 두 가지의 그룹화 알고리즘 중에서 BFS 그룹화 알고리즘 방식이 DFS 그룹화 알고리즘보다 우수한 그룹화 효율을 보이는 것을 확인할 수 있었으며, 첫 번째 그룹에서 리피터가 될 확률을 높이는 것이 BFS 그룹화 알고리즘에서 그룹화 효율을 높일 수 있음을 보였다. 본 논문에서는 그룹화 개념을 도입하여 AP에서 멀리 떨어진 무선 단말에게 데이터 전송률의 저하를 발생시키지 않는 목적으로 사용할 수 있다. 따라서 다양한 무선 단말 환경에 효과적 자원분배를 위해 사용이 가능하다.

### 참고 문헌

- [1] IEEE standard, "Wireless Lan Medium Access Control(MAC) And Physical Layer (PHY) Specifications," 1999.
- [2] IEEE 802.11 Technical Tutorial, <http://www.breezecom.com>.
- [3] Sheng-Hua Yang, Yang-Han Lee and Rinfield Y. Yen "A Wireless LAN Measurement Method based on RSSI and FER," Proc. of APCC/OECC, vol. 1, pp. 821-824, 1999.
- [4] Chris Savarese, M. Rabaey and Jan Beutel "Locating in distributed ad-hoc wireless sensor networks," Proc. of IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal, vol. 4, pp. 2037-2040, 2001.
- [5] Yu-Jie Cheng, Yang-Hang Lee and Shiann-Tsong Sheu, "Multi-Rate Transmissions in Infrastructure Wireless LAN Based on IEEE 802.11b Protocol," Proc. of IEEE Vehicular Technology Conference, vol. 4, pp. 2609-2612, 2001.