

Wi-Fi 환경에서의 응급 데이터 전송을 위한 우선순위 기반 AP 채널 할당 기법

조인희*, 이협건*, 이상지*, 신용태*
*숭실대학교 컴퓨터학과

ihjo@cherry.ssu.ac.kr, hglee@ssu.ac.kr, sjlee@cherry.ssu.ac.kr, shin@ssu.ac.kr

A Priority Based AP Channel Allocation Scheme for Emergency Data Transmission in Wi-Fi Networks

In-Hee Jo*, Hyeop-geon Lee, Sang-Ji Lee*, Yong-Tae Shin*
Department of Computingt, Soongsil University

요 약

Wi-Fi 는 스마트 네트워크 환경 구현을 위한 기반 분야로 다양한 분야 및 서비스에 활용되고 있다. Wi-Fi 는 AP (Access Point)를 통해 보다 넓은 범위의 네트워크를 가능하게 하며, 여러 무선 단말기와 통신을 한다. 또한 Wi-Fi 는 DCF(Distributed Coordinate Function) 프로토콜을 이용하여 AP 를 포함한 모든 무선 단말기에게 공평하게 채널을 할당한다. 그러나 AP 는 채널을 요청하는 하위 단말기에 대해 도착한 순서에 따라 채널을 할당하는 FIFO(First In First Service) 스케줄링을 사용하여 데이터를 처리함으로써 데이터 전송 신뢰도를 저하시키고, 전송 지연이 발생하여 응급 데이터 전송에 적합하지 않다. 이에 본 논문에서는 응급 데이터 전송을 위한 우선순위 기반 AP 채널 할당 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 전송하려는 데이터에 우선순위를 부여하여 응급 데이터의 채널 요청 처리율을 높이고 채널 할당 지연시간을 감소시켜 응급 데이터 전송 신뢰도를 향상시킨다.

1. 서론

Wi-Fi[3]는 스마트 네트워크 환경 구현을 위한 기반 분야로서 국내외의 다양한 표준기구 및 연구단체의 주도로 많은 연구개발이 진행 중이다. 그 결과 홈 네트워크, 환경제어, 교통 등 다양한 분야에서 Wi-Fi 가 적용되고 있으며, 서비스 간의 상호 연계를 통해 다양한 서비스 분야에 활용되고 있다[1].

Wi-Fi 는 AP (Access Point)를 통해 보다 넓은 범위의 네트워크를 가능하게 하며, 여러 무선 단말기와 통신을 한다. 또한 Wi-Fi 는 DCF 프로토콜을 이용하여 AP 를 포함한 모든 무선 단말기에게 공평한 채널 접근빈도를 제공한다. 그러나 AP 는 채널을 요청하는 하위 단말기에 대해 도착한 순서에 따라 채널을 할당하는 FIFO 스케줄링을 사용하여 데이터를 처리함으로써 데이터 전송 신뢰도를 저하시키고, 전송 지연이 발생하여 응급 데이터 전송에 적합하지 않다.

이에 본 논문에서는 응급 데이터 전송을 위한 우선순위 기반 AP 채널 할당 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 전송하려는 데이터에 우선순위를 부여하여 응급 데이터의 채널 요청 처리율을 높이고 채널 할당 지연시간을 감소시켜 응급 데이터 전송 신뢰도를 향상시킨다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 DCF 프로토콜을 살펴본다. 3 장에서는 본 논문에서 제안하는 응급 데이터 전송을 위한 우선순위 기반 AP 채널 할당 기법을 제시한다. 4 장에서는 제안한 기법의 성능

을 분석하고, 마지막 5 장에서는 결론 및 향후 연구과제를 제시한다.

2. DCF(Distributed Coordinate Function) 프로토콜

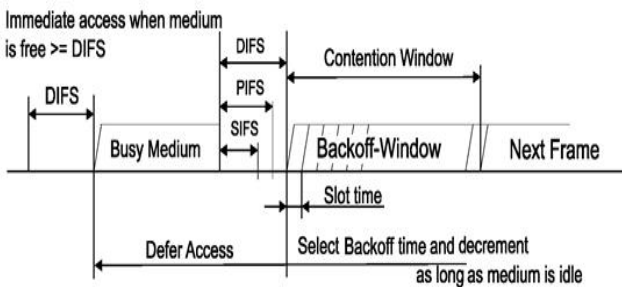
DCF 프로토콜[2]은 무선 LAN 에서 여러 스테이션이 무선 매체에 대해 동시에 경쟁적으로 접근할 때 생길 수 있는 충돌(Collision)을 방지하는 것이다. DCF 는 IEEE 802.11 MAC 의 기본적인 매체 접근방식이며, CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) 통해 채널을 요청하는 노드간의 충돌을 회피하기 위해 Random Backoff Time 을 사용한다.

식(1)은 노드에서 $i(1,2...n)$ 번째 발생하는 Backoff 수 (NB_i)를 나타낸다.

$$NB_i = random(2_i^{BE} - 1) \quad (1)$$

(그림 1)은 DCF 환경에서의 통신 과정을 나타낸다. Busy Medium 상태가 끝나고 DIFS(DCF inter Frame Space) 동안 매체가 유휴 상태이면, Random Backoff Time(이하 Backoff Time)을 생성하여 매체에 대한 접근을 연기한다. 매체에 대한 접근을 연기한 노드들은 매체의 상태를 확인하면서 동시에 자신의 Backoff Time 을 감소시켜 나간다. 만약 어떤 노드의 Backoff Time 이 0 이 될 때까지 매체가 유휴 상태이면 그 노드는 매체에 접근하게 되고, 0 이 되기 전에 매체를 다른 노드가 사용하게 되면 Backoff Time 을 줄이는

것을 멈추고 다음 DIFS 후에, 남아있는 Backoff Time 을 감소시킨다. 따라서 이 노드는 처음 Backoff Time 을 생성한 노드보다 더 작은 Backoff Time 을 가지게 될 확률이 높으므로 매체에 접근할 가능성 또한 높다. 결국 Backoff Time 이 0 이 되면 프레임을 전송하게 되며, ACK 를 통해 프레임 전송에 대한 성공여부를 결정한다. 프레임이 성공적으로 전송 되었을 경우 CW(Contention Window) 값을 최소 CW 값으로 감소시키며, 충돌로 감지했을 경우 CW 값을 2 배로 증가시킨다. 가상 캐리어 감지(Virtual Carrier Sense)기법은 채널에 대한 예약 정보를 알리는 방식으로, 실제 데이터를 전송하기 전에 미리 짧은 길이의 RTS(Ready To Send)와 CTS(Clear To Send)를 교환하여 채널의 예약을 알리는 방식이다.



(그림 1) DCF 환경에서의 통신 과정

DCF 는 AP 와 같은 중앙집중요소들을 필요로 하지 않는 Ad-hoc 네트워크를 지원한다. 만일, 서비스지역 내에 중앙제어가 가능한 AP 등이 있으면 중앙집중화된 MAC 프로토콜인 PCF(Point Coordination Function)가 사용된다.

3. 제안하는 우선순위 기반 AP 채널 할당 기법

IEEE 802.11 표준을 기반으로 하는 WI-FI 는 AP 를 통해 무선 단말기와 통신을 한다. 또한 WI-FI 는 DCF 프로토콜을 이용하여 AP 를 포함한 모든 무선 단말기에 대해 공정하게 채널을 할당한다. 그러나 AP 는 채널을 요청하는 하위 단말기에 대해 도착한 순서에 따라 채널을 할당하는 FIFS 스케줄링을 사용하여 데이터를 처리함으로써 데이터 전송 신뢰도를 저하시키고, 전송 지연이 발생하여 응급 데이터 전송에 적합하지 않다.

이에 본 논문에서는 응급 데이터 전송을 위한 우선순위 기반 AP 채널 할당 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 우선순위 기반 채널 요청 단계와 우선순위 기반 채널 할당 단계로 나뉘어 동작한다.

우선순위 기반 채널 요청 단계에서는 채널 요청 시, 사용자 정의 프로파일에 따라 채널을 요청하는 데이터에 대한 우선순위(Request Priority)와 채널 요청 횟수(Request Count)를 AP 에게 전송한다. 우선순위 기반 채널 할당 단계에서는 AP 가 채널 요청을 한 하위 단말기들로부터 받은 데이터의 우선순위와 채널 요청 횟수를 이용해 각 데이터들의 우선순위를 분류하고 채널을 할당해 하위 단말기와 통신을 수행한다.

3.1. 우선순위 기반 채널 요청 단계

우선순위 기반 채널 요청 단계에서는 AP 에게 채널 요청 시, 사용자 정의 프로파일에 따라 채널을 요청하는 데이터에 대한 등급과 채널 요청 횟수를 전송한다. 우선순위의 기준은 상황에 따라 다양하기 때문에 각 상황에 따른 올바른 기준이 필요하다. 따라서 사용자 정의 프로파일의 기준을 기반으로 등급이 정해져야 한다. <표 1>은 본 논문에서 채널 우선순위 분류를 위한 우선순위를 나타낸다.

<표 1> 우선순위

우선순위	값
Class 1	00
Class 2	01
Class 3	10
Class 4	11

우선순위는 최대 4 등급으로 나눌 수 있으며, 우선순위가 높을 수록 먼저 채널 할당을 받는다.

채널 요청 횟수는 하위 단말기가 AP 에게 채널 요청을 시도한 횟수이다. 이전에 채널 할당 요청을 하였으나, 할당을 받지 못한 경우, 채널 요청 횟수를 1 씩 증가시킨다. 이와 반대로 채널 할당이 이루어지면 채널 요청 횟수는 0 으로 초기화된다. (그림 2)는 우선순위 기반 채널 요청 알고리즘을 나타낸다.

```

우선순위 기반 채널 요청 알고리즘

//우선순위를 가장 낮은 값으로 설정
requestPriority = 11;
requestCnt = 0; //채널 요청 횟수

//데이터 등급 설정
requestPriority = setPriority(userprofile);

//채널 요청횟수 증가하기
requestCnt++;
//채널 요청 전송
doSend(requestPriority, requestCnt);
    
```

(그림 2) 우선순위 기반 채널 요청 알고리즘

3.2. 우선순위 기반 채널 할당 단계

채널 할당 요청을 받은 AP 는 가용한 채널을 확인한다. 만약 가용한 채널 수보다 요청 수가 많을 경우, 먼저 우선순위를 비교해 우선순위가 높은 하위 단말기에게 채널을 할당한다. 동일한 우선순위를 갖는 하위 단말기가 2 개 이상 존재할 경우, 채널 요청 횟수를 비교해 채널 요청 횟수가 큰 하위 단말기에게 채널을 할당한다. 만약, 우선순위와 채널 요청 횟수가 같은 경우, 임의의 하위 단말기에게 채널을 할당한다. 즉, 우선순위와 채널 요청 횟수가 높은 경우, 채널을 할당 받을 확률이 높아진다. (그림 3)은 우선순위에 따른 채널 할당 알고리즘[4]을 나타낸다.

우선순위 기반 채널 할당 알고리즘

```

CH = ∅; //채널
WNset = WNset U {WNI};

//가용할 채널 수가 많은 경우
if(channel.count>){
    CH = CH U {WNI};
} else {
    for each node {
        //우선순위가 높은 경우
        if(WNI.grade> WNI+1.grade) {
            CH = CH U {WNI};
        }
        //우선순위가 같은 경우
        }else if(WNI.grade== WNI+1.grade) {
            //채널 요청 횟수가 큰 경우
            if(WNI.rc> WNI.rc)
                CH = CH U {WNI};
        }
    }
}

channel.allocate(CH);
    
```

(그림 3) 우선순위 기반 채널 할당 알고리즘

4. 성능평가

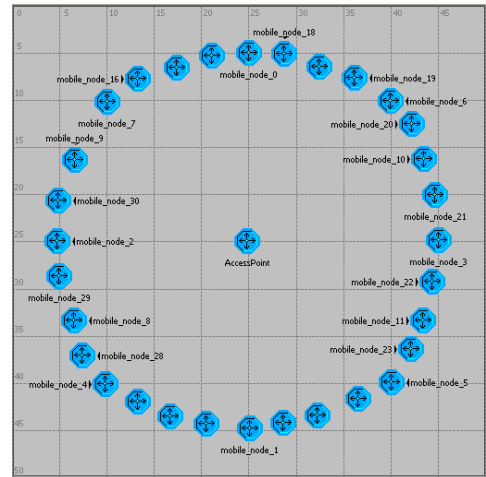
본 장에서는 제안하는 기법이 표준보다 응급 데이터 전송에 대해 효율적임을 증명한다. 제안하는 기법의 성능을 분석하기 위해 OPNET 시뮬레이터를 이용하였다. OPNET 시뮬레이터[5]는 실제 동작을 관찰하지 않고, 네트워크의 동작과 영향을 예측 및 분석하기 위한 소프트웨어이다.

제안하는 기법이 표준보다 응급 데이터 전송에 대하여 효율적임을 증명하기 위해 우선순위에 따른 채널 요청 처리율과 채널 할당 지연시간(Delay)을 분석하였다.

4.1. 시뮬레이션 모델

제안하는 기법의 성능을 분석하기 위해 실험 환경은 50m*50m 네트워크 영역에 한 개의 AP 를 중심으로 30 개의 하위 단말기를 임의로 배치한 성형 토폴로지로 구성하였다. AP 에 허용되는 채널 수는 25 로 설정하였으며, 각 하위 단말기들은 지속적으로 AP 에게 패킷을 전송한다.

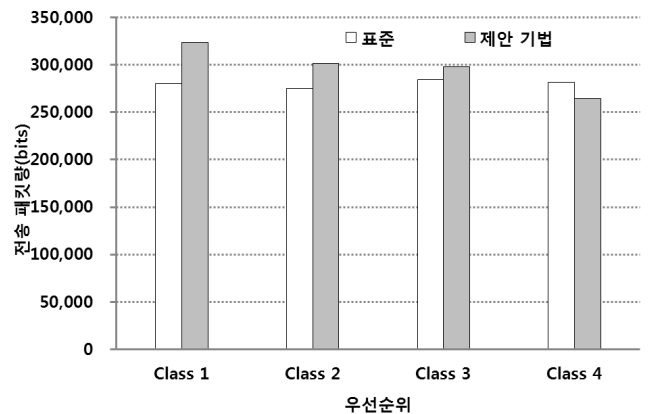
(그림 4)는 제안하는 기법의 모의실험을 위해 구성된 OPNET 시뮬레이터에서의 네트워크 모델을 나타낸다.



(그림 4) 네트워크 모델

4.2. 채널 요청 처리율

우선순위에 따른 채널 요청 처리율을 분석하기 위해 단위시간 동안 발생된 각 하위 단말기들의 우선순위별 평균 패킷 전송량 측정하였다. (그림 5)와 <표 2>는 우선순위에 따른 패킷 전송량을 측정한 결과를 나타낸다.



(그림 5) 우선순위에 따른 평균 패킷 전송량

<표 2> 우선순위별 평균 패킷 전송량

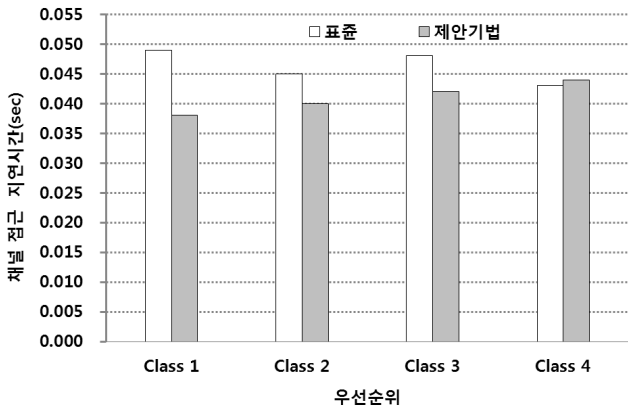
구분	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	합계
표준	280,114	274,952	284,325	281,341	1,120,732
제안 기법	323,426	301,346	297,755	264,561	1,187,088

실험결과, 제안한 기법의 전송된 총 패킷 수는 표준에 비해 약 5% 더 많은 패킷을 전송하였다. 또한 각 하위 단말기들의 우선순위가 높을수록 AP 에게 더 많은 패킷을 전송하였다. Class 1 의 경우, Class 4 에 비해 약 43% 더 많은 패킷 전송량을 보이고 있다.

4.3. 채널 할당 지연시간

우선순위에 따른 채널 할당 지연시간 분석을 위해 채널 할당 받기까지의 채널 접근 지연시간을 측정하

였다. (그림 6)과 <표 3>은 우선순위에 따른 채널 할당 요청에 대한 채널 접근 지연시간을 측정된 결과를 나타낸다.



(그림 6) 우선순위에 따른 평균 채널 할당 지연시간

<표 2> 우선순위에 따른 평균 채널 할당 지연시간

구분	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	합계
표준	0.049	0.045	0.048	0.043	0.185
제안 기법	0.038	0.040	0.042	0.044	0.164

실험결과, 제안하는 기법의 채널 할당 지연시간은 표준에 비해 약 11% 감소하였다. 또한 채널을 요청하려는 하위 단말기의 우선순위가 높을수록 채널 할당 지연시간이 감소하였다. Class 1의 경우, Class 4에 비해 채널 할당 지연시간이 약 5% 감소하였다.

5. 결론

IEEE 802.11 표준을 기반으로 하는 Wi-Fi 는 AP 를 통해 무선 단말기와 통신을 한다. 또한 Wi-Fi 는 DCF 프로토콜을 이용하여 AP 를 포함한 모든 무선 단말기에 공평한 채널 접근 빈도를 제공한다. 그러나 Wi-Fi 에서의 AP 는 하위 단말기에 대해 도착한 순서에 따라 채널을 할당하는 FIFS 스케줄링을 사용하여 데이터를 처리함으로써 데이터 전송 신뢰도를 저하시키고, 전송 지연이 발생하여 응급 데이터 전송에 적합하지 않다.

이에 본 논문에서는 응급 데이터 전송을 위한 우선 순위 기반 AP 채널 할당 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 전송하려는 데이터에 우선순위를 부여하여 응급 데이터의 채널 요청 처리율을 높이고 채널 할당 지연시간을 감소시켜 응급 데이터 전송 신뢰도를 향상시켰다.

향 후 실 장비를 대상으로 한 개발 및 구현을 통해 제안하는 기법의 보다 현실적인 검증이 필요하다.

참고문헌

[1] The Wi-Fi Alliance has also develop some core technology that has expanded the applicability of Wi-Fi, including a simple set up protocol (Wi-Fi Protected Set Up) and a

peer to peer connectivity technology (Wi-Fi Peer to Peer) "Wi-Fi Alliance: Organization". www.wi-fi.org. <http://www.wi-fi.org/organization.php>. Retrieved 2009-10-22.

[2] IEEE, "Part11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications", IEEE 802.11-2007, 2007

[3] IEEE, "Part11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications", IEEE 802.11n/D4.00, 2008

[4] Dimitris Skyrianoglou, Nikos Passas, and Apostolis K. Salkintzis, "ARROW: An Efficient Traffic Scheduling Algorithm for IEEE 802.11e HCCA", IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 5, no. 12, December 2006.

[5] OPNET Technologies, Inc., OPNET Modeler Wireless Suite - ver. 11.5A, <http://www.opnet.com>