

논문 2015-1-5

무선랜 스캐닝 트리거를 위한 비콘 수신전력 임계치 최적화

기장근*

Optimization of the Beacon Rx Power Threshold for Scanning Trigger in Wireless LAN

Jang-Geun Ki*

요 약

무선랜에서 AP가 주기적으로 송신하는 비콘보다 길이가 긴 사용자 데이터 패킷은 계속 송수신에러가 발생하는 영역에서도 상대적으로 짧은 길이의 비콘은 정상 수신되고, 비콘마저도 수신되지 않을 정도로 이동단말이 AP로부터 멀어져야 비로서 새로운 AP를 찾기 위한 무선랜 스캔절차가 시작된다. 이와같은 무선랜 스캔절차의 시작시점을 데이터 패킷 손실이 최소로 발생하도록 앞당기기 위해 본 논문에서는 무선랜 비콘이 수신될 때마다 정상적으로 수신된 비콘들에 대해서도 수신전력 크기를 측정하여 정해진 임계치 전력 이하이면서 이전 비콘의 수신전력보다도 작아진 경우 카운터를 증가시키고 이 카운터 값이 정해진 값을 넘으면 새로운 스캔 절차가 수행 되도록 동작하는 수정모델을 개발하였고 시뮬레이션을 통해 최적의 비콘 수신전력 임계치를 결정하였다.

Abstract

In wireless LAN, relatively small-sized beacons that are transmitted by APs(Access Points) can be received successfully in some border area where the larger data packets can not be successfully transmitted because the larger in packet size, the higher in transmission error probability in the wireless communication. New scan procedure in WLAN will not start before a mobile node moves far away from the AP enough to occur a beacon reception error. In this paper, the updated WLAN simulation model is developed to effectively trigger the scan procedure to reduce the packet loss and the threshold of the beacon rx power is optimized by simulation. In the developed WLAN model, The counter increase when a beacon rx power is less than both the designated threshold and the previous rx power. New scan procedure starts when the counter exceeds the predefined value.

한글키워드 : 무선랜, 스캔절차, 비콘 수신전력 임계치 최적화

keywords : wireless lan, scan procedure, beacon power, threshold value, optimization

* 공주대학교 전기전자제어공학부

(email: kjg@kongju.ac.kr)

접수일자: 2015.5.24. 심사완료: 2015.6.1.

게재확정: 2015.6.20.

1. 서론

기존의 망계층 기반 이동성 관리 프로토콜들

은 이동노드의 연결성을 보장하기 위해 주로 이동성 앵커(anchor)를 사용하여 망들 사이를 이동해 다니는 이동노드로 데이터 트래픽을 송수신하도록 설계되어 있다. 이러한 이동성 앵커는 IP 세션을 유지하기 위해 주로 중앙 집중형으로 설계되어 수많은 이동노드들의 트래픽을 하나의 앵커가 처리하는 구조를 가지며, 이 경우 앵커의 과부하 문제, 단일 장애점 문제, 망의 확장성 문제 등이 발생한다.

이와 같은 중앙 집중형 이동성 관리 방안의 문제점들을 해결하기 위해 분산 이동성 관리 방안들이 IETF를 중심으로 활발히 연구되고 있다 [1-2]. 분산 이동성 관리 방안은 사용자 데이터 전송 기능뿐만 아니라 이동성 관리를 위한 제어 메시지 처리도 모두 분산 처리하는 완전 분산 방식과 사용자 트래픽만을 분산 처리하고 제어메시지 처리는 중앙 집중 형태로 처리하는 부분 분산 방식으로 대별할 수 있다.

참고문헌 [3]에서는 부분 분산 방식의 이동성 관리 방안에 대한 연구를 수행하였으며, 부분 분산형 이동성 관리 방안인 DMMv6(Distributed Mobility Management v6)과 중앙 집중형 이동성 관리 방안인 PMIPv6(Proxy MIPv6) 및 MIPv6(Mobile IPv6) 프로토콜의 성능을 비교 분석한 바 있다. 그런데 이 논문의 시뮬레이션 결과를 살펴보면 핸드오버 지연시간이 비교적 길어 상당히 많은 데이터 손실이 발생함을 볼 수 있는데, 그 원인을 분석해보면 무선랜에서 비콘(beacon)보다 길이가 긴 사용자 데이터 패킷은 계속 수신에러가 발생하는 영역에서도 상대적으로 길이가 짧은 비콘은 정상적으로 수신되고, 비콘마저도 수신되지 않을 정도로 이동단말이 AP(Access Point)로 부터 떨어져야 비로서 무선랜의 스캔(scan) 절차가 시작되어 새로운 AP로의 접속이 이루어지기 때문이다.

무선랜에서는 이동노드가 AP로부터 브로드캐

스트(broadcast)되는 비콘을 연속해서 정해진 회수(기본값 4) 이상 수신에 실패할 경우 새로운 AP를 찾는 스캔 절차가 시작된다. 그런데 이와 같은 무선랜 액세스 망에서 이동노드가 AP로부터 특정거리 이상이 되면 비콘은 수신되나 데이터 패킷의 송수신이 불가능한 영역이 존재하게 된다. 이는 사용자 데이터 패킷의 크기가 비콘에 비해 상대적으로 커서 전송 에러 확률이 크기 때문에 발생한다.

이와 같은 이동노드 핸드오버시 무선랜 스캔 절차 트리거 지연으로 인한 패킷손실 문제를 해결하고자 참고문헌 [4]에서는 무선랜의 스캔 절차 트리거 방식의 개선을 통한 Mobile IP 핸드오버 성능개선 방안이 선행 연구되었다. 이 논문에서 제안된 방안에서는 무선랜에서 비콘이 수신될 때 정상적으로 수신된 비콘들에 대해서도 수신전력의 크기를 측정하여 미리 정해진 임계치 값 이하로 연속해서 정해진 개수 이상 수신될 경우 새로운 스캔 절차가 수행되도록 함으로써 핸드오버 성능을 개선하였다.

본 논문에서는 이와 같은 선행연구의 후속연구로 비콘 수신전력 임계치의 최적화에 관한 연구결과를 기술하였다.

2. 무선랜 시뮬레이션 모델

무선랜에서 새로운 AP를 찾는 스캔절차의 성능을 향상시키기 위해서 단순히 무선랜의 송신 파워나 데이터 패킷 수신파워 임계치 값을 바꾸어서는 핸드오버시간을 줄일 수가 없다. 따라서 선행연구에서 밝혔듯이 무선랜의 비콘과 사용자 데이터 패킷의 수신전력 임계치를 별도로 적용하여 새로운 AP 스캔절차를 트리거시키는 방안을 제안하였다.

그림 1은 참고문헌 [4]의 알고리즘을 수정 보완

```

// parameter initialization for fast MAC handover
MAC_fast_handover_flag = OPC_TRUE;
frame_rx_power_old = 0;
POWER_THRESHOLD = 4.4668359215E-13; // -93.5 dBm;
less_power_beacon_count = 0;
COUNT_THRESHOLD = 4;
wlan_physical_layer_data_arrival()
{
    if (rcvd_frame_type == Beacon)
    {
        if (rcvd_frame_status == Corrupted)
        {
            // Beacon Error
            wlan_ap_reliability_eval(OPC_FALSE);
        }
        else
        {
            // Beacon received successfully
            wlan_ap_reliability_eval(OPC_TRUE);

            // check the rx power level of the beacon
            if (frame_rx_power < POWER_THRESHOLD)
            {
                // increase counter only if new rx power is less than
                // the previous one
                if (frame_rx_power < frame_rx_power_old)
                {
                    less_power_beacon_count ++;
                    if (MAC_fast_handover_flag)
                    {
                        if (less_power_beacon_count >
                            COUNT_THRESHOLD)
                        {
                            scan_mode = OPC_TRUE; // start scan early
                            less_power_beacon_count = 0;
                        }
                    }
                }
                else
                {
                    less_power_beacon_count = 0;
                }
                frame_rx_power_old = frame_rx_power;
            }
        }
    }
}
wlan_ap_reliability_eval(int accepted)
{
    if (accepted)
        ap_reliability = AP_RELIABLE;
    else
        ap_reliability = AP_RELIABILITY_COEFF*ap_reliability;

    if (ap_reliability < AP_SCAN_START_THRESHOLD)
        scan_mode = OPC_TRUE; // start new scan
}

```

그림 1. 무선랜 수정모델 슈도코드

Fig. 1. WLAN pseudocode

하여 본 논문에 적용한 수정모델을 나타내며, 비콘 수신 성공 경우에도 수신전력 레벨을 정해진 임계치 (POWER_THRESHOLD)와 비교하여 임계치 이하이면서 동시에 이전 비콘 수신전력보다 작은 경우에 카운터 값을 증가시키고, 이 카운터 값이 정해진 임계치 이상이 되면 강제로 스캔 절차를 수행하도록 하였다. 이전 비콘 수신전력보다 작은 경우에만 카운터 값을 증가시키는 이유는 이동노드가 AP로부터 멀어지는 경우에만 새로운 스캔절차를 시작시키기 위함이며, 이동노드가 AP를 향해 접근하는 경우에는 비콘 수신전력이 점점 더 커지게 됨으로 카운터 값이 증가하지 않게 되고 따라서 새로운 AP를 찾는 스캔 절차가 유보되는 효과를 갖게 된다.

3. 무선랜 수정 모델의 성능 분석

수정된 무선랜 시뮬레이션 모델에서 최적의 비콘 수신전력 임계치를 결정하기 위하여 다양한 트래픽 환경에서 시뮬레이션을 수행하였으며, 시뮬레이션을 위한 네트워크 모델의 대표적인 예는 그림 2와 같다.

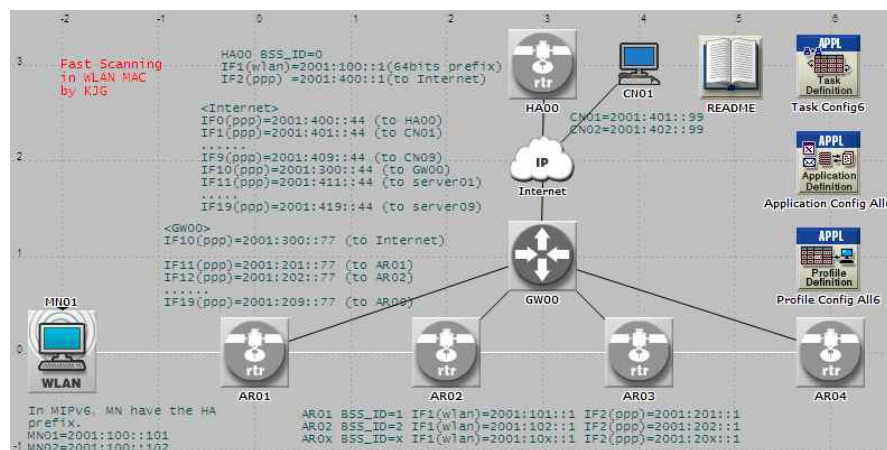


그림 2. 시뮬레이션 네트워크 모델 예 : MIPv6용

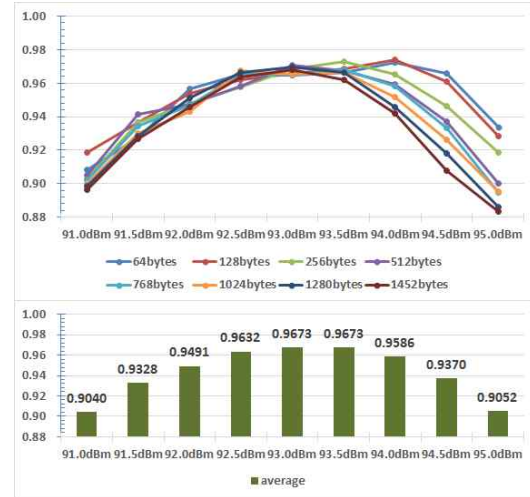
Fig. 2. Network model for MIPv6

그림 2의 네트워크 모델은 MIPv6 프로토콜을 시뮬레이션하기 위한 모델이며, PMIPv6와 DMMv6 프로토콜을 위한 모델은 그림 2와 동일한 망 구조를 가지되 AR(Access Router) 노드와 HA(Home Agent) 노드가 PMIPv6 모델에서는 MAG(Mobile Access Gateway), LMA(Local Mobility Anchor) 노드로, DMMv6 모델에서는 MAAR(Mobility Anchor and Access Router), CMD(central mobility database) 노드로 대체된다.

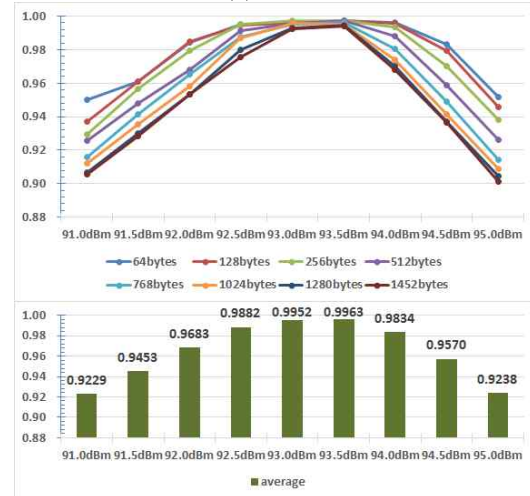
그림 2에서 이동노드 MN01은 시뮬레이션이 진행되는 동안 AR01부터 AR04 노드를 차례로 방문하였다가 다시 AR01 노드로 되돌아오며, 시뮬레이션 시나리오에 따라 상대노드 CN01이 다양한 패킷 크기(64~1452bytes)를 갖는 UDP 응용 트래픽을 이동노드 MN01으로 전송하고, 무선랜 인터페이스의 일반 패킷 수신전력 임계치는 -95 dBm으로 설정되었다.

그림 3에는 상대노드 CN01이 다양한 크기의 UDP 패킷을 초당 10개씩 이동노드 MN01으로 전송할 때 비콘 수신전력 임계치 변화에 따른 수신율 변화를 나타내었으며, average 그래프는 서로 다른 패킷 길이에 대한 시뮬레이션 결과를 평균한 값을 나타낸다.

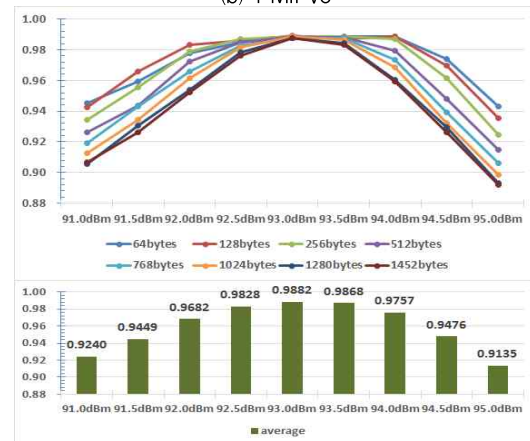
그림 3에서 확인할 수 있듯이 비콘 수신전력의 임계치가 MIPv6의 경우 93.0dBm~93.5dBm, PMIPv6의 경우 93.5dBm, DMMv6의 경우 93.0dBm으로 설정한 경우 수신율이 각각 0.9673, 0.9963, 0.9882로 가장 좋은 결과를 나타내었다. 그림에서 비콘 수신전력 임계치가 95.0dBm인 경우는 본 논문에서 제안하는 그림 1의 무선랜 수정모델을 적용하지 않은 결과와 동일하며, 표 1에 수정모델의 성능향상 정도를 비교하여 나타내었다. 표 1에서 확인할 수 있듯이 본 논문에서 적용된 무선랜 수정모델이 기존모델에 비해 이동성 관리 프로토콜에 따라 6.21% ~ 7.47% 정도 성능향상이 있음을 알 수 있다.



(a) MIPv6



(b) PMIPv6



(c) DMMv6

그림 3. UDP 패킷 수신율
Fig. 3. UDP packet receive rate

표 1. 비콘 수신전력 최적 임계치 및 성능향상

Table 1. Beacon power and performance

프로토콜 항목	MIPv6	PMIPv6	DMMv6
비콘 수신전력 최적 임계치 [dBm]	93.0~93.5	93.5	93.0
최적임계치 적용시 UDP 패킷 평균수신율	0.9673	0.9963	0.9882
임계치 미적용시 UDP 패킷 평균수신율	0.9052	0.9238	0.9135
수신율 성능향상	0.0621	0.0725	0.0747

4. 결 론

이동노드의 IP 세션 연결성을 보장하기 위해 하나의 중앙 집중형 앵커(anchor)를 거쳐 이동노드로 데이터 트래픽을 송수신 하도록 설계된 기존의 이동성 관리 방안의 문제점을 해결하기 위해 IETF를 중심으로 분산 이동성 관리방안에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구의 선행연구로 수행된 참고문헌 [3]에서는 부분 분산형 이동성 관리방안 DMMv6을 제시하고 기존의 중앙집중형 이동성 관리방안인 PMIPv6 및 MIPv6와의 성능비교를 수행하였다. 그러나 DMMv6 방안에서 사용된 무선랜 액세스망 모델에서 이동노드가 AP 사이를 이동해 다닐 때, 새로운 AP 스캔절차 시작 때까지 다수의 데이터 패킷 손실 현상이 발생하며 본 연구에서는 이를 해결하기 위해 정상적인 비콘 수신 성공 경우에도 비콘 수신전력 레벨을 정해진 임계치와 비교하여 임계치 값 이하이면서 동시에 이전 비콘 수신 전력보다 작은 경우에 카운터 값을 증가시키고, 이 카운터 값이 정해진 값 이상이 되면 강제로 스캔 절차가 수행되도록 수정모델을 개발

하였다.

무선랜 수정모델의 성능분석과 함께 최적의 비콘 수신전력 임계치를 알아내기 위해 이동성 관리 프로토콜 DMMv6, PMIPv6, MIPv6 등의 액세스 망에 수정된 무선랜 모델을 적용하고, 고정위치의 상대노드로부터 AP 사이를 이동해 다니는 이동노드로 다양한 크기의 UDP 트래픽을 발생시키면서 비콘 수신전력 임계치에 따른 패킷 수신율들을 구하였다.

결과적으로 비콘 수신전력의 임계치를 MIPv6의 경우 93.0dBm~93.5dBm, PMIPv6의 경우 93.5dBm, DMMv6의 경우 93.0dBm으로 설정했을 때 수신율이 각각 0.9673, 0.9963, 0.9882로 가장 좋은 결과를 나타내었다. 또한 본 논문에서 적용된 무선랜 수정모델이 기존모델에 비해 이동성 관리 프로토콜에 따라 6.21% ~ 7.47% 정도 성능향상이 있음을 보였다.

참 고 문 헌

- [1] IETF Distributed Mobility Management (DMM) working group, <https://datatracker.ietf.org/wg/dmm charter/>, 2015.
- [2] D. Liu, et al., "Distributed Mobility Management : Current Practices and Gap Analysis", IETF RFC 7429, Jan. 2015.
- [3] Jang-Geun Ki, Kyu-Tae Lee, Do-Hyeun Kim, "Modeling and Simulation of Partially Distributed Mobility Management Scheme", IJMUE(International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering), Vol.9, No.8, pp.125-135, Aug.31 2014.
- [4] 기장근, "무선랜 시뮬레이션 모델의 핸드오버 성능개선", 한국소프트웨어감정평가학회 논문지, 10권 2호, pp.31-36, 2014.12.
- [5] Riverbed(OPNET) Molder, <http://www.riverbed.com/products/performance-management-control/opnet.html>, 2015.

— 저 자 소 개 —



기장근(Jang-Geun Ki)

1986.2 고려대학교 전자공학과 졸업
1988.2 고려대학교 전자공학과 석사
1992.2 고려대학교 전자공학과 박사
2002.6-2003.6 Univ. of Arizona 방문 교수
2010.6-2011.8 Univ. of Arizona 방문 교수
1992.3-현재 : 공주대학교 공과대학 전기
전자제어공학부 교수
<주관심분야>통신프로토콜,이동통신시스템