

IEEE 802.11 WLANs 환경에서 핫스팟의 혼잡을 분산하는 AP 선택정책

A Novel Access Point Selection Policy for Load Balancing in IEEE 802.11 WLANs

이 광 교* 최 창 열**
Lee, Kwang-Gyo Choi, Chang-Yeol

Abstract

A typical AP (Access Point) selection policy is to select an AP based on the received signal strength indicator (RSSI), ignoring its load. If multiple stations are deployed densely at a particular area, a typical AP selection policy will bring about the overall network throughput degradation. This paper proposes a novel AP selection policy taking into consideration not only signal strength of the APs but also AP loads to avoid Hotspot congestion. An experiment on Alinker implementing proposed AP selection policy, demonstrates that the proposed policy achieves close to optimal load balancing and grants the maximum transmission rate to stations in comparison with SSF (Strongest-Signal-First) and LLF (Least-Loaded-First).

키워드 : IEEE 802.11, 부하분산, AP 선택정책
Keywords : IEEE 802.11, Load Balancing, AP Selection Policy

1. 서론

무선랜 서비스의 보편화로 많은 AP가 곳곳에 설치되면서 여러 AP가 동시에 탐지되는 핫스팟(Hotspot) 영역이 크게 늘어났다. 큰 통신 대역폭을 요구하는 스트리밍 서비스의 사용이 증가하면서 모바일 노드는 이를 지원하기 위해 탐지된 여러 AP들 중에 데이터 전송속도가 최대인 AP를 선택해야 한다[2]. AP의 최대 데이터 전송속도는 AP와 모바일 노드사이의 거리와 그 AP의 부하에 따라 달라지므로 데이터 전송속도를 최대로 보장하기 위해서는 이 두 가지를 고려해야 한다[6].

오늘날 사용 중인 무선기기들은 대체로 신호세

기만을 이용해 가장 가까운 거리에 있는 AP를 선택하므로 모바일 노드가 밀집되면 특정 AP에 혼잡이 생겨 전체 네트워크의 처리율이 저하되고, 모바일 노드에 데이터 전송속도를 최대로 보장할 수 없다. 그러므로 AP를 선택하는데 AP 부하를 함께 고려할 필요가 있다. 데이터 전송속도의 저하가 일어날 정도로 먼 거리에 있지만 부하가 보다 적은 AP를 선택하는 것이 오히려 통신 대역폭을 더 높이기도 한다[1]. 그렇기 때문에 신호세기와 AP 부하를 함께 고려하는 AP 선택정책이 요구된다.

본 논문에서는 SNMP(Simple Network Management Protocol)를 이용해 측정된 AP의 송수신 데이터량을 AP 부하로 판단, AP들 사이의 혼잡 분산과 데이터 전송속도를 최대로 보장하는 AP 선택 정책을 제안하고, 이를 응용하는 시스템을 구현한다. 제안하는 정책은 모바일 노드의 연결속도(bit-rate)를 최대로 보장하는 최소 신호세기를 결정하

* 강원대학교 대학원 컴퓨터정보통신공학과 석사과정

** 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수, 공학박사

고, 그보다 큰 신호세기를 갖는 AP들 중에 부하가 가장 작은 AP를 선택하여 데이터 전송속도를 보장한다. 그리고 동시에 AP간의 혼잡을 분산하는 정책과 연결된 AP가 혼잡한 상태에 있을 때 네트워크 처리율에 따라 몇몇 노드를 다른 AP로 핸드오프시켜 혼잡한 AP의 부하를 분산시킨다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 2장에서는 AP 선택 정책들을 기술하고, 3장에서는 제안하는 정책이 응용된 자동 AP 선택 시스템을 설계 및 구현한다. 4장에서는 제안 시스템의 성능을 평가하고, 5장에서 결론을 맺는다.

2. AP 선택 정책

IEEE 802.11 환경에서 모바일 노드가 인터넷을 사용하기 위해 AP를 선택하는 과정은 그림 1과 같이 요약된다. 우선 사용 가능한 AP를 찾아 정보를 수집 후 모바일 노드의 현재 위치에서 최적의 AP를 선택하고, 선택한 AP로 핸드오프를 수행할 시점을 결정, 설정한다.

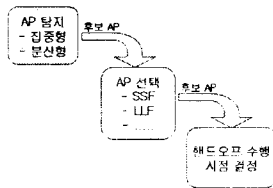


그림 1. AP 접근 절차

주변의 AP를 탐지하는 방법에는 AP의 정보를 수집하는 주체가 모바일 노드인지 중앙서버인지에 따라 집중형 방법(Centralized Approach)과 분산형(Decentralized Approach)방법으로 나누어진다[11]. 집중형 방법은 중앙 서버가 무선 네트워크의 상태를 모니터링하고, 수집된 정보를 이용하여 노드의 AP 선택을 통제한다. 모바일 노드는 AP로 핸드오프하기 위해 중앙 서버에 문의하거나, 지속적으로 네트워크 정보를 전달 받아 이것을 근거로 AP를 선택한다. 집중형 AP 탐지는 AP 정보 수집에 따른 시스템 부하를 줄이고, 중앙에서 통합 운영이 가능한 것이 장점이다. 두 번째 분산형 방법은 모바일 노드가 스스로 사용가능한 AP를 탐지하고, 정보를 수집하여 최적의 AP를 선택하고, 중앙 서버가 필수적으로 요구되는 집중형 방법의 단점을 보완한다.

위와 같은 방법으로 수집한 AP 정보는 최적의 AP를 선택하는 정책에 사용된다. 정책에는 기본적으로 신호세기만을 이용하는 SSF(Strongest Signal First)와 AP의 부하량을 이용하는 LLF(Least Loaded First)가 있다. 이 외에도 AP에 연결된 노드의 수, 각 노드의 연결속도, RTT(Round-Trip Ti

me)등을 기준으로 AP를 선택하는 정책들이 연구되어왔다[1]. 신호세기는 AP가 주기적으로 제공하는 비콘(Beacon) 신호의 1mW당 전력비를 이용한다. 하지만 AP의 부하는 알 수 없기 때문에 정책들마다 다른 변수를 이용해 부하를 예측한다. 핫스팟의 혼잡 분산을 위해 제안된 정책들은 가장 현실적인 AP 부하를 예측하는 것을 목표로 한다.

Ekici 등[1]과 Abusubaih 등[9]은 분산형 방법을 이용해 비콘 신호로부터 연결된 모든 노드들의 연결 상태 정보를 얻는다고 가정하여 Ekici 등[1]은 한 MSDU(MAC Service Data Unit) 프레임의 지연시간과 주변 다른 AP와의 채널간섭을 계산하고, Abusubaih 등[9]은 모바일 노드가 AP와 연결할 때 AP의 채널 소유시간을 계산해 이미 연결된 다른 노드들에게 미칠 영향을 각 AP의 부하로 결정한다. 이렇게 수식으로 예측하는 AP 부하는 간접적인 변수들을 이용하기 때문에 실질적 부하와는 차이가 크다. 그리고 정책들은 하나같이 모바일 노드가 AP에 연결하는 시점에서의 상황만을 고려하므로 이후에 연결되는 노드의 수와 각 노드의 네트워크 처리율 변화에 따른 새로운 상황에서는 오히려 비효율적인 연결이 될 수 있다. 그리고 IEEE 802.11의 주파수는 비슷한 대역의 주파수, 벽, 사람, 가구와 같은 장애물에 민감하기 때문에 매우 동적인 특징을 갖는다. 또한 모바일 노드는 매우 가변적인 이동성과 네트워크 처리율을 가지므로 최적의 AP는 계속 변한다. 따라서 최적의 AP는 주기적인 모니터링을 통해 상황에 적합하게 선택되어야 한다.

본 논문에서 제안하는 정책은 SNMP를 이용해 AP의 네트워크 처리율을 측정하여 AP 부하를 보다 현실적으로 결정, 이용한다. 또한 선택하는 AP가 동적인 무선랜 환경에서 항상 유효할 수 있도록 연결된 AP의 신호세기와 부하의 변화량에 따라 AP 선택 정책을 적용한다. AP의 신호세기는 모바일 노드가 직접 수집하는 분산형 방법, AP 부하는 중앙 서버를 이용하는 집중형 방법을 각각 사용한다.

3. 설계 및 구현

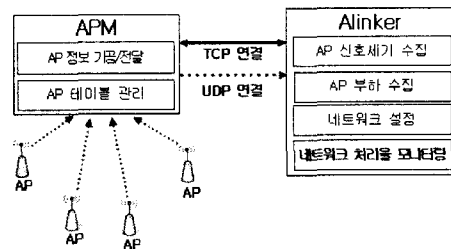


그림 2. 전체 시스템 구성

제안하는 시스템의 전체 구성은 그림 2와 같다.

APM(AP Monitor)은 중앙 서버에 위치하여 각 AP의 송수신 데이터량을 측정, 가공하여 모바일 노드들에게 AP 부하 정보를 제공하고, Alinker는 각 클라이언트에서 동작하는 어플리케이션으로 APM으로부터 제공받은 부하 정보에 근거하여 네트워크 환경을 능적으로 설정한다.

3.1 네트워크 환경의 자동 설정 : Alinker

Alinker는 적응적 주기로 수집한 각 AP의 신호세기와 AP 부하 정보를 바탕으로 최적의 AP를 선택하고, 네트워크 환경을 자동으로 설정하는 클라이언트 어플리케이션이다.

3.1.1 최적 AP의 선택

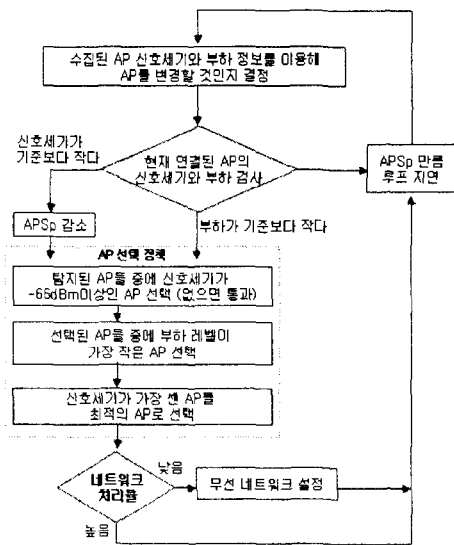


그림 3. AP 선택 흐름도

그림 3의 점선으로 표시된 부분은 Alinker의 AP 선택정책을 나타낸다. 먼저 AP 신호세기 수집 모듈에서 설정하는 APSp(AP Scan period)를 AP 탐지주기로 하여 주변 AP들의 신호세기를 측정하고, APM으로부터 부하 정보를 비동기식으로 수신한다. 연결된 AP의 신호세기와 부하를 검사하여 신호세기가 기준(-66dBm)보다 작거나 과부하라고 판단되면 새로운 AP로 핸드오프하기 위해 최적 AP를 선택한다. 만약 신호세기가 급격히 떨어지면 이동 중인 것으로 판단하여 APSp를 줄여 데이터 전송속도가 저하되는 구간을 최소화하는 적정영역에서 핸드오프를 시도한다.

탐지되는 여러 AP들은 신호세기와 부하를 기준으로 분류한다. 신호세기는 Linux 환경의 'iwconfig command'로 계산되는 Signal Level 값을 따른다. IEEE 802.11 환경에서 신호세기는 주변 가구나 벽 등으로 발생하는 다중경로전파 특성, 채널간섭 등으로 항상 일정하게 나타나는 것이 아니기 때문

에 신호세기가 높은 상태에서 약간의 차이에 큰 의미를 둘 필요는 없다[3,6]. 본 논문에서는 노드의 데이터 전송속도가 최대로 보장되는 최소 신호세기를 실측을 통해 결정하고, 이보다 큰 신호세기를 갖는 AP들을 우선 분류함으로써, 노드가 이용할 수 있는 통신 대역폭을 최대화한다.

신호세기에 따라 분류한 AP들은 다시 부하를 기준으로 분류한다. AP의 부하는 3Mbps 당 1 레벨씩 증가시켜 레벨단위로 구분하는데, 이 과정에서 최소 레벨에 속한 AP가 두 개 이상이면 신호세기가 더 큰 것을 최적 AP로 최종 선택한다. 이렇게 높은 신호세기보다 데이터 전송속도와 AP 부하를 먼저 고려함으로써 혼잡 AP를 피하고, 먼 거리에 따른 데이터 손실을 줄여 전체 네트워크 처리율을 향상시킨다.

선택된 최적 AP는 모바일 노드가 이동 중이면 무조건 핸드오프를 시도하지만, 정지한 상태인 경우에는 네트워크 처리율에 따라 핸드오프를 결정한다. 즉, 연결된 AP가 혼잡상태에 있으면 데이터 전송속도에 따라 혼잡 분산을 시킬 것이지를 판단한다.

3.1.2 AP 정보수집

Alinker는 두 AP 탐지 방법을 혼용해서 AP의 정보를 수집하는데 신호세기는 APSp 값을 주기로 분산형 방법으로 수집하고, AP 부하 정보는 모바일 노드가 새로운 AP와 연결 후 APM으로부터 집중형 방법으로 수집한다. 이후에도 AP 부하가 변함에 따라 부하 정보를 업데이트한다. 그림 2과 같이 가입은 연결의 정확성을 보장하기위해 TCP를 사용하고, APM으로부터 비동기식으로 수신하는 부하 정보는 UDP로 연결하여 빈번한 소켓 생성에 따른 시스템 부하를 줄인다.

3.1.3 네트워크 처리율 모니터링

Alinker는 제안하는 정책에 따라 선택된 최적의 AP를 모바일 노드의 이동과 네트워크 처리율(network throughput)을 기준으로 최종 설정을 한다. 네트워크 처리율이란 일정 시간동안 모바일 노드의 WNIC를 통해 송수신되는 데이터의 양을 뜻한다. 핸드오프는 새로운 AP로 전이하는 과정에서 인터넷 세션이 끊어지기 때문에 모바일 노드가 미디어 스트리밍처럼 데이터 전송속도에 민감한 서비스를 이용하는 경우 큰 부하로 작용한다. MobileIP로 끊어진 세션을 빠르게 회복할 수는 있지만, 핸드오프가 빈번하면 MobileIP의 동작이 시스템에 큰 부하가 된다. 그래서 본 논문에서는 적은 핸드오프 수로 AP간의 혼잡을 분산하기위해 네트워크 처리율을 이용한다.

Alinker는 모바일 노드의 위치가 변화되어 연결된 AP와의 거리가 멀어지거나, 연결된 AP에 혼잡이 발생하여 데이터 전송속도의 저하가 발생하면 핸드오프를 시도한다. 모바일 노드가 이동 중인 경우에는 반드시 새로운 AP로 핸드오프를 하지만, AP에 혼잡이 발생하는 경우에는 AP에 연결된 노

드들의 일부를 네트워크 처리율에 따라 핸드오프를 시키는데 데이터 전송량이 많은 노드를 핸드오프 시키면 또 다른 AP의 혼잡을 초래하므로 데이터 전송량이 일정한 값보다 작은 노드들을 핸드오프 시킨다. Alinker에서는 웹서비스처럼 데이터 전송량이 작은 경우를 핸드오프의 기준으로 하며, 실제 웹서비스를 이용할 때 평균 5Mbps가 측정되었다. Alinker에서 네트워크 처리율이 이 값보다 작은 모바일 노드들을 혼잡하지 않은 다른 AP로 핸드오프 시켜 혼잡한 AP의 부하를 분산한다. 모바일 노드의 네트워크 처리율은 Alinker가 주기적으로 측정하며, 네트워크에서 데이터가 집중(burst)되는 특성을 감안하여 10초 동안 측정된 값의 평균을 사용한다.

3.2 무선 네트워크 정보수집 : APM(AP Monitor)

APM은 SNMP를 이용해 AP의 부하 정보, 연결된 노드 수, 연결된 노드들의 IP 주소 등의 무선 네트워크 정보를 수집 및 관리하는 중앙 서버이다. 모바일 노드는 새로운 AP와 연결하면서 APM에 가입을 요청한다. APM은 TCP로 AP의 MAC 주소와 노드의 IP 주소를 전달받아 가입을 처리하며, 변화되는 AP의 부하정보를 모바일 노드에 알릴 때 이 가입정보를 사용한다.

각 AP의 부하는 SNMP를 지원하는 AP의 무선 영역 송수신 데이터량을 주기적으로 측정해 결정한다. AP의 부하는 식 (1)과 같이 계산하고, 전체 네트워크 처리율은 식 (2)를 따른다. 식 (1), (2)에서 a 는 AP의 번호, p 는 부하 측정간격, T_a 는 p 시간 동안 AP_a 가 전달한 무선 데이터량, R_a 는 p 시간 동안 AP_a 가 수신한 무선 데이터량, A 는 모든 AP의 집합, $W(a)$ 는 단위 시간당 AP_a 의 송수신 데이터량, D_{total} 은 단위 시간당 전체 네트워크의 송수신 데이터량이다.

$$W(a) = \frac{T_a + R_a}{p} \quad (1)$$

$$D_{total} = \sum_{a \in A} W(a) \quad (2)$$

3.3 구현

본 논문에서 제안하는 시스템의 구현 환경은 표 1과 같다. AP 부하는 Linux open source인 net-snmp-5.4.1[13]를 설치하고, 아래와 같은 명령문을 이용해 수집한다. Tx는 AP가 모바일 노드에 전달한 데이터량을 나타내고, Rx는 AP가 연결된 모든 모바일 노드들로부터 전달 받은 데이터량을 나타낸다.

```
Tx> snmpget -v1 -c public 1.36.14.1.4536.4342.1.11.1
Rx> snmpget -v1 -c public 1.36.14.1.4536.4342.1.10.1
```

표 1 개발 환경

분 류	내 용
802.11 전송 방식	IEEE 802.11g, 54Mbps
Server	Intel Pentium4 3.0GHz, 1GB RAM, Linux Fedora Core7 Kernel 2.6
Client	Intel PentiumM 1.7GHz, 512MB RAM, Linux Fedora Core7 Kernel 2.6
AP	Netgear 802.11g WG-102
개발 툴	Linux C++ Development Toolkit QT 3.3.7[12]
SNMP	net-snmp-5.4.1[13]

네트워크 처리율은 시스템 명령어 'netstat -I[Interface]'를 이용하며, 네트워크에서 데이터가 집중(Burst)되는 특성을 감안하여 10초 동안 측정된 값의 평균을 사용한다.

4. 시험 및 평가

Linux 환경에서 APM과 Alinker로 구성되는 시스템을 실현하고, AP간의 혼잡 분산과 혼잡한 AP의 부하 분산이 제대로 되는지를 시험, 성능을 평가한다. 시험에서 공통적으로 이용하는 데이터 전송속도를 최대로 보장하는 최소 신호세기(실외)의, IEEE 802.11g 환경에서 실측한 결과를 이용해 결정한다. 거리별 신호세기의 변화와 5Mbps로 데이터를 전송할 때 AP와 모바일 노드의 연결속도 변화는 각각 그림 4, 그림 5와 같이 측정되었다. 본 논문에서 5Mbps를 연결속도의 변화를 측정하는 기준으로 하는 것은 웹서비스를 모바일 노드의 최소 데이터 전송으로 판단했기 때문이다. 그림 5에서처럼 40m까지 연결속도가 최대로 보장되므로 Alinker는 -66dBm을 기준으로 최적의 AP를 선택한다.

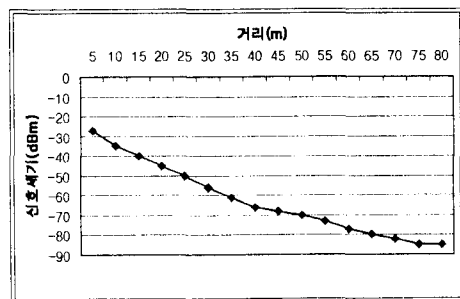


그림 4. 거리별 신호세기

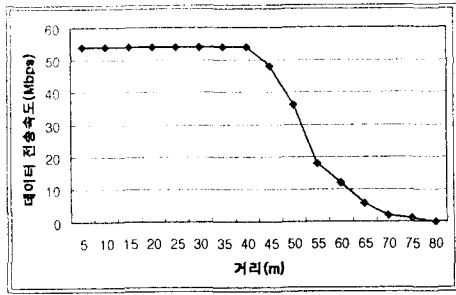


그림 5. 거리별 데이터 전송속도

4.1 AP간의 혼잡 분산

새로운 AP를 선택할 때 AP간의 혼잡 분산을 고려하면 특정 AP의 혼잡에 따른 병목현상을 막아 전체 네트워크의 처리율을 높일 수 있다. Alinker에서는 노드의 고정된 데이터 전송속도 4Mbps를 저하시키지 않고, 보장하는 영역을 결정하고, 이 영역 내에서 AP를 우선 선택한다. 이 영역은 앞 절에서 실측으로 구한 핸드오프 적정거리와 동일하다.

AP간의 혼잡 분산을 시험하기 위해 40m 간격으로 균일하게 위치한 16개의 AP들과 임의로 배치된 50개의 모바일 노드들로 구성되는 가상 시나리오를 이용해 실측 결과인 그림 4와 그림 5를 근거로 각 AP의 네트워크 처리율을 계산한다. 무선 환경은 IEEE 802.11g이며, 무간섭 채널을 사용하여 각 AP 사이의 채널 간섭은 무시한다. IEEE 802.11g는 PHY 수준에서 최대 54Mbps의 전송속도를 지원하지만, 무선통신 충돌을 방지하기 위한 CSMA/CA 프로토콜로 인해 실제로는 약 27Mbps를 보인다[15]. 본 시험에서는 각 AP의 최대 전송속도를 27Mbps로 설정하고, 노드는 노드번호에 따라 순서대로 AP와 연결을 시도하며, 연결된 후에는 AP의 각 모바일 노드가 균일하게 5Mbps로 데이터를 송수신하는 것으로 가정하는데 이것은 정책에 따라 모바일 노드를 선택된 AP와 연결한 후에 거리에 따른 데이터 전송속도 저하를 그림 5에 따라 판단하기 위해서 가정한다. 모바일 노드는 AP의 혼잡을 확인하기 위해 AP-2, AP-6, AP-7, AP-11에 밀집되게 배치하고, 각 노드는 자신의 고유 번호에 따라 순서대로 AP와 연결한다. SSF를 적용한 그림 6은 신호세기를 이용해 각 모바일 노드의 현 위치에 근접한 AP와 연결하여 AP-2, AP-6, AP-7, AP-11로 노드들이 밀집되고, 그림 7은 Alinker를 적용해 각 모바일 노드에서 40m이내의 AP들 중에 부하가 가장 작은 AP와 연결한 모습이다. AP-6, AP-11에 20개의 노드가 밀집된 SSF에서 비해 Alinker는 10개의 노드가 연결되고 나머지는 주위의 다른 AP로 분산된다. LLF를 적용한 그림은 AP 부하를 기준으로 AP를 선택하기

때문에 연결모습이 복잡하고, 다른 정책과 비교가 약하기 때문에 설명하지 않는다.

시험은 SSF, LLF, Alinker 각각의 정책에 따라 노드를 AP에 연결한 후 전체 네트워크의 처리율을 각각 노드의 수가 50개, 100개일 때를 시험하여 비교하였다.

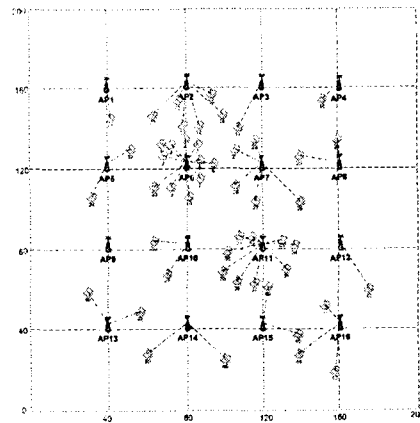


그림 6. SSF[1]

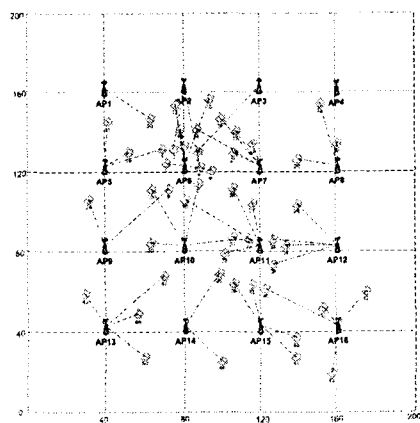


그림 7. Alinker

그림 8은 노드의 수가 50개이고, 노드가 무작위로 AP에 연결될 때의 전체 네트워크 처리율을 보인다. 전체 네트워크 처리율이 Alinker가 SSF보다 19.6% 높고, LLF보다 32% 높게 나타났다. SSF와 Alinker는 AP 연결 순서가 달라져도 전체 네트워크 처리율이 항상 일정한 반면, LLF는 연결 순서에 따라 전체 네트워크 처리율이 크게 변하였다. 그리고 평균적으로 SSF보다 LLF에서 데이터 전송속도 저하가 더 크게 발생했다. 한편, 그림 9는 노드의 수가 100개일 때의 전체 네트워크 처리율을 보인다. 전체 네트워크 처리율이 Alinker가 SSF보다 27.6% 높고, LLF보다 18.9% 높게 나타

났다. 노드가 50개에서 100개로 네트워크 사용량이 많아지면서 AP 연결 순서에 따라 Alinker에서도 전체 네트워크 처리율의 변화를 보인다.

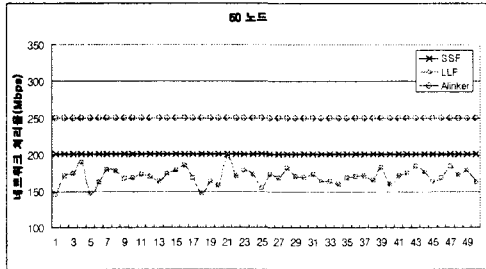


그림 8. 전체 네트워크 처리율 비교, 50 노드

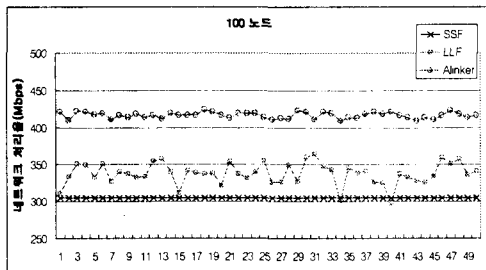


그림 9. 전체 네트워크 처리율 비교, 100 노드

노드 수의 증가로 네트워크의 사용이 증가할수록 SSF는 특정 AP로 부하가 더욱 가중되어 데이터 전송속도의 저하가 LLF보다 증가하였다. 이것은 AP를 선택하는 척도 중 AP의 부하량이 신호세기보다 더욱 중요한 척도임을 나타낸다.

4.2 혼잡한 AP의 부하 분산

지금까지 제안된 AP 선택정책들은 예측된 AP 부하를 통해 AP들 사이의 혼잡을 분산시키지만 AP의 부하는 동적임으로 선택된 최적의 AP가 계속해서 AP간의 혼잡 분산과 데이터 전송속도를 최대로 보장하지는 못한다. 그러므로 최적의 AP를 선택하는 정책과 마찬가지로 AP와 연결한 후에 연결된 AP에 혼잡이 발생하는 경우 AP의 부하를 분산시키는 정책이 필요하다.

AP에 연결된 모든 모바일 노드들이 항상 인터넷을 사용하는 것은 아니며, 핸드오프로 지연되는 데이터량은 전송량이 많을수록 크다. 본 논문에서는 이 두 가지 무선랜의 특징에 착안하여 네트워크 처리율이 기준보다 작은 노드를 다른 AP로 핸드오프 시켜 혼잡한 AP의 부하를 분산시키는 정책을 제안한다. 네트워크 처리율이 작은 노드보다 큰 노드가 핸드오프했을 때 또 다른 AP의 혼잡을 발생시킬 가능성이 높고, 네트워크 처리율이 작은

노드가 혼잡하지 않은 AP로 핸드오프했을 때 분산된 AP들의 네트워크 처리율만큼 전체 네트워크 처리율이 향상된다. Alinker는 실제 웹서비스에서 측정된 3Mbps를 AP의 부하를 분산하는 기준으로 한다. IEEE 802.11g 환경에서 실제 최대 데이터 전송속도인 27Mbps의 70%인 20Mbps부터 AP가 혼잡한 상태에 있는 것으로 간주한다. Alinker는 AP의 부하가 20Mbps 이상이면 AP 혼잡 분산정책을 실행한다. 무간섭 채널을 사용하는 4개의 AP와 무작위 전송속도를 갖는 25개의 노드로 성능을 시험한다. 각 노드는 모든 AP와 연결될 수 있고, 임의의 노드에 전송속도를 변화시켜 노드들이 핸드오프하는 총 횟수와 각 AP의 혼잡 분산정도를 측정한다. 시험은 무작위로 모바일 노드의 전송속도를 변화시킬 때, 항상 부하가 가장 작은 AP와 연결을 하는 LLF와 Alinker의 네트워크 처리율을 비교했다.

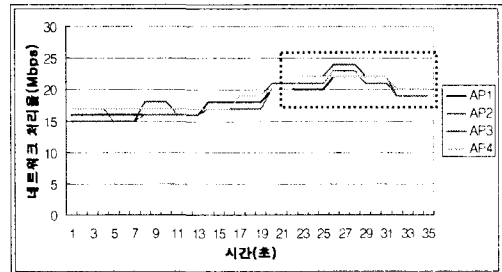


그림 10. LLF의 각 AP 네트워크 처리율 변화

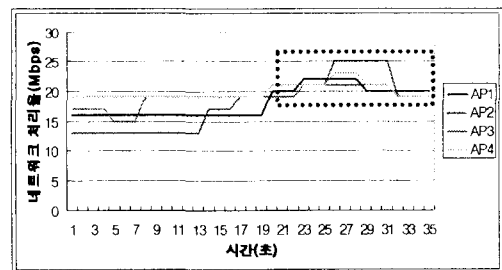


그림 11. Alinker의 각 AP 네트워크 처리율 변화

LLF는 그림 10와 같이 항상 AP의 부하가 고르게 나타나고 있지만, Alinker는 그림 11처럼 굵은 점선으로 표시한 영역에서 부하가 고르게 나타나는데 이것은 Alinker가 AP의 네트워크 처리율이 20Mbps 이상일 때 AP가 혼잡한 상태인 것으로 판단하여 부하 분산정책을 적용하기 때문이다. 이 시험에서 LLF는 총 21회 핸드오프가 일어난 반면, Alinker는 총 13회가 일어났다. 이것은 Alinker가 더 적은 핸드오프로 혼잡한 AP의 부하를 분산시킬 수 있음을 보인다.

5. 결론

무선랜이 급속하게 보급되면서 무선 인터넷 사용을 지원하기 위한 AP들이 많이 설치되고 있다. 모바일 사용자가 네트워크에 접속하고자할 때 여러 AP가 탐지되고, 여러 AP들 중 연결 품질이 가장 우수한 AP를 선택하여 큰 대역폭을 사용하고 자 한다. 대체로 신호세기만을 이용해 AP를 선택 하면 모바일 노드가 밀집한 영역의 AP에 부하가 집중되어 사용할 수 있는 대역폭이 저하된다. AP를 선택할 때 신호세기뿐 아니라 부하도 함께 고려하여 데이터 전송속도를 최대로 보장하는 AP 선택정책이 요구된다.

본 논문에서는 AP를 적응적으로 탐지여 각 AP의 신호세기와 부하정보 그리고 네트워크 처리율에 따라 핫스팟의 혼잡을 분산시켜 노드의 데이터 전송속도를 최대로 보장하는 AP 선택 정책을 제안했고, 이를 응용한 Alinker를 구현하였다. 802.11g 환경에서 성능을 시험한 결과, 몇몇 AP에 모바일 노드가 집중된 특정 시나리오에서 Alinker는 SSF와 LLF에 비해 전체 네트워크 처리율이 높았으며, AP사이의 혼잡이 분산됨을 확인하였다. 그리고 AP에 밀집한 노드들의 전송속도를 무작위로 적용할 때 혼잡한 AP의 부하를 분산시키는데 요구되는 모바일 노드들의 총 핸드오프 수를 감소시켰다.

참 고 문 헌

- [1] Ozgur Ekici and Abbas Yongacoglu, "A Novel Association Algorithm for Congestion Relief in IEEE 802.11 WLANs", in *IWCMC'06*, July 2006.
- [2] Anthony J. Nicholson, Yatin Chawathe, Mike Y. Chen, Brian D. Noble, David Wetherall, "Improved Access Point Selection", in *MobiSys'06*, June 2006.
- [3] Vivek Mhatre, Konstantina Papagiannaki, "Using Smart Triggers for Improved User performance in 802.11 Wireless Networks", in *MobiSys'06*, June 2006.
- [4] Yiqiang Chen, Qiang Yang and Jie Yin, "Power-Efficient Access-Point Selection for Indoor Location Estimation", in *IEEECS*, May 2006.
- [5] Robert Akl and Sang-tae Park, "Optimal Access Point Selection and Traffic Allocation in IEEE 802.11 Networks", in *WMSCI*, May 2005.
- [6] Eduard Garcia, Lluís Faixó, Rafael Vidal and Josep Paradells, "Inter-Access Point Com-

- munications for Distributed Resource Management in 802.11 Networks", in *WMASH*, September 2006.
- [7] Murad Abusubaih and Adam Wolisz, "An Optimal Station Association Policy for Multi-Rate IEEE 802.11 WLANs", in *MSWiM'07*, October 2007.
- [8] A. Kumar and V. Kumar, "Optimal Association of Stations and APs in an IEEE 802.11 WLAN", in *Proceedings of National Conference on Communications (NCC)*, February, 2005
- [9] Murad Abusubaih, James Gross, Sven Wiet hoelter, Adam Wolisz, "On Access Point Selection in IEEE 802.11 Wireless Local Area Networks", in *31st IEEE*, Nov. 2006.
- [10] M. Inoue, K. Mahmud, H. Murakami, and M. Hasegawa, "Novel Out-Of-Band Signaling for Seamless Internetworking Between Heterogeneous Networks", in *IEEE Wireless Communications*, April 2004.
- [11] J. McNair, and Fang Zhu, "Migration toward 4G wireless communications - Vertical handoffs in fourth-generation multinet network environments", in *IEEE Wireless Communications*, June 2004.
- [12] QT-CODE LESS. CREATE MORE.D. <http://www.trolltech.com/qt/>.
- [13] net-snmp-5.4.1, <http://www.net-snmp.org/>.
- [14] gFTP-2.0.18, <http://www.gftp.org/>.
- [15] Proxim Corporation White Paper, "A Detailed Examination of the Environmental and Protocol Parameters That Affect 802.11g Network Performance".