



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0096855

(43) 공개일자 2015년08월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 48/20 (2009.01) H04W 24/00 (2009.01)

H04W 48/08 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2014-0017661

(22) 출원일자 2014년02월17일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

김현순

경기도 성남시 분당구 양현로166번길 20 동신9차 아파트 908동 702호

김황남

서울특별시 성동구 금호로 117 금호자이1차아파트 103동 307호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이건주, 김정훈

전체 청구항 수 : 총 20 항

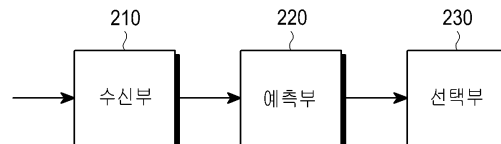
(54) 발명의 명칭 무선통신시스템에서 액세스 포인트 연결장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 무선통신시스템에서 비컨 정보를 기반으로 액세스 포인트를 연결하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

이를 위해, 무선 기기는 복수의 액세스 포인트들 각각으로부터 수신한 비컨에 의해 획득한 정보를 기반으로 간섭 상황을 예측하고, 상기 예측한 간섭 상황을 고려하여 상기 복수의 액세스 포인트들 중에서 하나의 액세스 포인트를 선택한다. 상기 무선 기기는 선택한 하나의 액세스 포인트로의 연결을 시도한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

윤강진

서울특별시 송파구 문정로 55 대우아파트 104동
801호

이옥선

경기도 수원시 팔달구 효원로292번길 50 대우마이
홈 1312호

김강호

부산광역시 금정구 구서중앙로 20 선경 1차 아파트
5동 902호

박용석

서울특별시 서초구 신반포로 133 우정 에셰르 201
동 1001호

특허청구의 범위

청구항 1

무선 기기에서 액세스 포인트와의 연결방법에 있어서,

복수의 액세스 포인트들 각각으로부터 수신한 비컨에 의해 획득한 정보를 기반으로 간섭 상황을 예측하는 과정;
상기 예측한 간섭 상황을 고려하여 상기 복수의 액세스 포인트들 중에서 하나의 액세스 포인트를 선택하는 과정; 및

상기 선택한 하나의 액세스 포인트로 연결을 시도하는 과정을 포함하는 액세스 포인트와의 연결방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 간섭 상황을 예측하는 과정은,

상기 복수의 액세스 포인트들 각각으로부터 수신한 신호에서 해독 가능한 데이터 프레임을 추출하는 과정;

상기 추출한 데이터 프레임의 종류에 대한 분석을 통해, 상기 추출한 데이터 프레임으로부터 비컨을 분류하는 과정; 및

상기 분류한 비컨에 의해 주기 오차 정보와 신호 크기 분산 값 중 적어도 하나를 획득하는 과정을 포함하는 액세스 포인트와의 연결방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 간섭 상황을 예측하는 과정은,

상기 획득한 비컨의 주기 오차 정보를 이용하여 간섭 상황을 예측하는 과정임을 특징으로 하는 액세스 포인트와의 연결방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 간섭 상황을 예측하는 과정은,

상기 획득한 비컨의 신호 크기 분산 값을 이용하여 간섭 상황을 예측하는 과정임을 특징으로 하는 액세스 포인트와의 연결방법.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 간섭 상황을 예측하는 과정은,

상기 획득한 비컨에 포함된 주기 정보와 전송 주체를 확인하는 과정;

상기 확인한 주기 정보와 상기 획득한 비컨의 도착 시간에 의해 상기 확인한 전송 주체의 주기 오차를 검출하는 과정;

상기 검출한 주기 오차에 의해 상기 획득한 비컨의 충돌 여부를 판단하는 과정; 및

상기 충돌 여부에 대한 판단 결과를 기반으로 상기 확인한 전송 주체에 상응한 액세스 포인트의 간섭 상황을 예측하는 과정을 포함하는 액세스 포인트와의 연결방법.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 간섭 상황을 예측하는 과정은,

상기 복수의 액세스 포인트들 각각에 대응하여 획득한 비컨의 신호 세기를 지속적으로 추출하는 과정;

상기 복수의 액세스 포인트 별로 추출한 비컨의 신호 세기에 의해 신호 세기 계량 수치를 산출하는 과정; 및

상기 산출한 신호 세기 계량 수치를 기반으로 상기 복수의 액세스 포인트들 각각의 간섭 상황을 예측하는 과정을 포함하는 액세스 포인트와의 연결방법.

청구항 7

제3항에 있어서,

무선 상황이 충돌이 발생할 가능성이 높을 것으로 예측되는 경우, 상기 주기 오차 정보를 이용하여 간섭 상황을 예측함을 특징으로 하는 액세스 포인트와의 연결방법.

청구항 8

제4항에 있어서,

무선 상황이 충돌이 발생할 가능성이 높을 것으로 예측되지는 않으나 높은 전송률을 지원하는 변조방식을 사용할 수 없는 경우, 상기 신호 크기 분산 값을 이용하여 간섭 상황을 예측함을 특징으로 하는 액세스 포인트와의 연결방법.

청구항 9

제2항에 있어서, 상기 선택하는 과정은,

상기 복수의 액세스 포인트들 중 비컨의 주기 오차 정보를 이용하여 예측한 간섭 상황을 나타내는 간섭 수치가 가장 낮은 적어도 하나의 액세스 포인트를 선택하는 과정; 및

상기 선택한 액세스 포인트가 복수일 시, 상기 선택한 복수의 액세스 포인트 중 비컨의 신호 크기 분산 값을 이용하여 예측한 간섭 상황을 나타내는 간섭 수치가 가장 낮은 하나의 액세스 포인트를 선택하는 과정을 포함하는 액세스 포인트와의 연결방법.

청구항 10

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 선택하는 과정은,

상기 복수의 액세스 포인트 별로 예측한 간섭 상황을 나타내는 간섭 수치 중 가장 낮은 간섭 수치가 예측된 하나의 액세스 포인트를 선택하는 과정임을 특징으로 하는 액세스 포인트와의 연결방법.

청구항 11

액세스 포인트와 연결하는 무선 기기에 있어서,

복수의 액세스 포인트들 각각으로부터의 신호를 수신하는 수신부;

상기 수신부를 통해 수신한 비컨에 의해 획득한 정보를 기반으로 간섭 상황을 예측하는 예측부; 및

상기 예측한 간섭 상황을 고려하여 상기 복수의 액세스 포인트들 중에서 연결을 시도할 하나의 액세스 포인트를 선택하는 선택부를 포함하는 무선 기기.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 예측부는,

상기 복수의 액세스 포인트들 각각으로부터 수신한 신호에서 해독 가능한 데이터 프레임을 추출하고, 상기 추출한 데이터 프레임의 종류에 대한 분석을 통해, 상기 추출한 데이터 프레임으로부터 비컨을 분류하며, 상기 분류한 비컨에 의해 주기 오차 정보와 신호 크기 분산 값 중 적어도 하나를 획득함을 특징으로 하는 무선 기기.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 예측부는,

상기 획득한 비컨의 주기 오차 정보를 이용하여 간섭 상황을 예측함을 특징으로 하는 무선 기기.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 예측부는,

상기 획득한 비컨의 신호 크기 분산 값을 이용하여 간섭 상황을 예측함을 특징으로 하는 무선 기기.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 예측부는,

상기 획득한 비컨에 포함된 주기 정보와 전송 주체를 확인하고, 상기 확인한 주기 정보와 상기 획득한 비컨의 도착 시간에 의해 상기 확인한 전송 주체의 주기 오차를 검출하고, 상기 검출한 주기 오차에 의해 상기 획득한 비컨의 충돌 여부를 판단하며, 상기 충돌 여부에 대한 판단 결과를 기반으로 상기 확인한 전송 주체에 상응한 액세스 포인트의 간섭 상황을 예측함을 특징으로 하는 무선 기기.

청구항 16

제12항에 있어서, 상기 예측부는,

상기 복수의 액세스 포인트들 각각에 대응하여 획득한 비컨의 신호 세기를 지속적으로 추출하고, 상기 복수의 액세스 포인트 별로 추출한 비컨의 신호 세기에 의해 신호 세기 계량 수치를 산출하며, 상기 산출한 신호 세기 계량 수치를 기반으로 상기 복수의 액세스 포인트들 각각의 간섭 상황을 예측함을 특징으로 하는 무선 기기.

청구항 17

제13항에 있어서, 상기 예측부는,

무선 상황이 충돌이 발생할 가능성이 높을 것으로 예측되는 경우, 상기 주기 오차 정보를 이용하여 간섭 상황을 예측함을 특징으로 하는 무선 기기.

청구항 18

제14항에 있어서, 상기 예측부는,

무선 상황이 충돌이 발생할 가능성이 높을 것으로 예측되지는 않으나 높은 전송률을 지원하는 변조방식을 사용할 수 없는 경우, 상기 신호 크기 분산 값을 이용하여 간섭 상황을 예측함을 특징으로 하는 무선 기기.

청구항 19

제12항에 있어서, 상기 선택부는,

상기 복수의 액세스 포인트들 중 비컨의 주기 오차 정보를 이용하여 예측한 간섭 상황을 나타내는 간섭 수치가 가장 낮은 적어도 하나의 액세스 포인트를 선택하고, 상기 선택한 액세스 포인트가 복수일 시, 상기 선택한 복수의 액세스 포인트 중 비컨의 신호 크기 분산 값을 이용하여 예측한 간섭 상황을 나타내는 간섭 수치가 가장 낮은 하나의 액세스 포인트를 선택함을 특징으로 하는 무선 기기.

청구항 20

제11항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 선택부는,

상기 복수의 액세스 포인트 별로 예측한 간섭 상황을 나타내는 간섭 수치 중 가장 낮은 간섭 수치가 예측된 하나의 액세스 포인트를 선택함을 특징으로 하는 무선 기기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무선통신시스템에서 비컨 정보 (beacon information)를 기반으로 액세스 포인트 (AP: Access Point)를 연결하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 무선통신시스템은 사용자의 이동성을 확보하면서 통신 서비스를 제공하기 위한 목적으로 개발되었다. 상기 무선 통신시스템은 음성 통화 서비스를 시작으로 고속 데이터 통신 서비스를 제공하는 단계에 이르렀다.

[0003] 예컨대 고속 데이터 통신 서비스를 위한 무선통신시스템은 3GPP (3rd Generation Partnership Project) 시스템에서 LTE (Long Term Evolution) 시스템으로 진화하였다. 상기 LTE 시스템은 최대 100 Mbps 정도로 데이터 통

신 서비스를 제공하는 것이 가능하다.

- [0004] 상기 LTE 시스템은 전송 속도의 향상을 목적으로 LTE-A (LTE-Advanced) 시스템으로 진화하였다. 하기 설명에서는 편의를 위해, LTE 시스템과 LTE-A 시스템을 통칭하여 ‘LTE 시스템’으로 지칭할 것이다.
- [0005] 하지만 LTE 시스템은 음영 지역 없이 모든 영역을 커버하기에는 어려움이 있었다. 그 이유는 LTE 시스템에서는 서비스 영역을 확장하기 위한 기기국을 추가하는 것이 비용 등의 문제로 용이하지 않기 때문이다.
- [0006] IEEE 802.11 규격을 기반으로 하는 무선 근거리 네트워크(WLAN: Wireless Local Area Network)는 저렴한 비용으로 무선 통신 서비스가 제한되는 음영 지역을 커버하는 용도로 사용되고 있다. 즉 상기 WLAN은 액세스 포인트(AP: Access Point)에 의해 서비스 영역을 확장하는 구조이다.
- [0007] 따라서 WLAN에서 무선 기기는 통신 서비스를 이용하기 위해 하나의 AP를 선택하고, 상기 선택한 AP와 연결되어야만 한다. 그 일 예로 WLAN에서 무선 기기는 BSS (Basic Service Set) Load를 기반으로 하는 AP 선택 및 연결 방안을 제공한다.
- [0008] 이를 위해 AP가 방송하는 비컨은 BSS Load라는 요소를 포함한다. 상기 BSS는 하나의 AP와 이와 연결된 여러 무선 기기들을 그룹화하는 명칭이다. 즉 BSS Load란 해당 AP가 부담하고 있는 트래픽량을 뜻한다. 상기 BSS Load는 station count, channel utilization, available admission capacity 정보로 세분화될 수 있다. 상기 station count는 해당 AP에 연결되어 있는 무선 기기의 개수를 의미한다. 상기 channel utilization은 255를 기준으로 얼마만큼의 busy time slot이 내제되어 있는지를 의미한다. 상기 Available admission capacity는 완전한 관리 하에 AP가 제공할 수 있는 시간 용량을 뜻한다.
- [0009] 상기 BSS Load는 AP가 주변 무선 기기에서 제공할 수 있는 유일한 Load 정보이다. 상기 무선 기기는 상기 BSS Load 정보를 토대로 주변에 설치된 여러 AP 중 하나를 선택하여 연결하는 선택 기법 (Selection Algorithm)이 다수 존재한다. 상기 BSS Load 정보가 실시간으로 완벽하다면, 주변 무선 기기들에게 정확한 무선 트래픽에 대한 피드백이 될 수 있다. 또한 무선 기기는 특정 AP에 연결되어 직접 트래픽을 체험하기 전에 AP가 제공할 수 있는 무선 품질을 미리 예상할 수 있다.
- [0010] 상기 WLAN은 BSS Load 정보를 기반으로 한 선택 기법 외에도, 특정 공간에 존재하는 무선 기기들의 무선 통신 품질을 최적화시키는 여러 방안들을 마련하고 있다. 그 대표적인 방안 중 하나가 효율적으로 무선 용량을 분배하는 것이다.
- [0011] 특히 스마트 폰, 패드와 같은 무선 단말기의 보급 확대로 인하여 증가된 무선 용량을 보충하기 위해, 설치된 Wi-Fi 무선 공유기(AP)의 개수는 단위 면적당 점진적으로 증가하고 있다.
- [0012] 만약 무선 기기에게 명확한 AP 선택 기준이 제시된다면, 해당 무선 기기는 최적의 품질을 제공할 수 있는 AP에 자동으로 연결되어 원하는 무선 품질을 제공받을 수 있을 것이다. 이러한 목적에서 BSS Load 정보를 기반으로 하는 선택 기법, RSS (Received Signal Strength)를 기반으로 하는 선택 기법 등의 많은 기법들이 제안되었다. 그 외에도 애초에 AP를 설치할 때 그 위치를 최적화하거나, AP의 신호 크기를 제한하여 공간 재사용 (spatial reusability)을 증대시키는 등의 해결책도 제안되었다. 또한 무선 네트워크의 범위를 단순히 WLAN에만 한정 짓지 않고, 스마트 폰과 같이 여러 무선 통신 기능을 탑재하고 있는 기기들을 위한 이종 망 네트워크 선택 기법도 존재한다.
- [0013] 상술한 바와 같이 무선 용량을 효율적으로 사용하기 위한 무선 미디어 관리 및 모니터링 기술들은 이론적으로 문제가 없다. 또한 시뮬레이션을 통한 여러 실험에서도 그 성능이 입증되었다.
- [0014] 하지만 해당 무선 상황 감지의 동기가 새로운 AP로 연결이 될 때, 여러 문제점이 발생한다.
- [0015] 첫째로, 새로운 AP로의 연결 이전에는 무선 기기와 AP는 서로 통신할 수 없다. 연결 준비를 위한 Probe request/response나 비컨 송수신을 제외하고는 그 어떤 데이터 및 컨트롤 프레임을 주고 받을 수 없다 따라서 패킷 에러율(Packet error rate)과 같은 수치를 연결 이전에 확보할 수 있는 방법이 없다. 즉, 무선 트래픽을 직접적으로 모니터링 하여 무선 품질을 예측하는 것보다는 데이터 트래픽에 의존하지 않고, 무선 품질과 뚜렷한 상관 관계가 있는 새로운 아이템을 찾아야 한다. 이런 측면에서 BSS Load의 정보는 AP들이 의무적으로 전송하는 비컨으로부터 얻을 수 있다는 큰 장점이 있다. 하지만 해당 정보를 비컨에 실어 보낼 수 있는 고성능 무선 공유기가 그리 많지 않다.
- [0016] 마찬가지로 AP의 설치 위치 최적화와 신호 세기 조절 등도 현실성이 없는 해결책이다. 통신사가 설치하는 셀 망

과 달리, 무선 AP를 설치하는 주체는 대기업에서 소수가정까지 매우 다양하기 때문에 특정 주체가 설치 위치를 최적화하였다고 하더라도 타 주체에서도 그에 맞춰 새로운 AP를 설치한다는 보장이 없다. 게다가 스마트폰의 무선 랜 기지국 (hotspot) 서비스처럼 해당 무선 기기가 교점 (infrastructure node)으로써의 기능으로 변환할 수도 있기 때문에 AP가 항상 고정된 위치에 존재한다는 보장도 없다.

[0017] 신호 세기 조절의 경우, 자신의 신호 세기를 주변 상황에 맞추어서 조절하는 기능을 탑재하려면 해당 AP의 구현이 복잡하고 이로 인한 비용 증가 때문에 판매 업자나 구매자에게 그리 매력적인 방법은 아니다. 그러므로 무선 기기의 최적화된 무선품질을 위해서는, 주변 AP의 기능적 또는 시스템적 변화를 기대하지 않고, 무선 기기가 자체적으로 주변 AP들의 무선 품질 상황을 알맞게 예측함으로써, 최적의 무선품질을 확보할 가능성이 높은 AP에 연결되도록 유도해야 한다.?

발명의 내용

해결하려는 과제

[0018] 본 발명의 실시 예에서는 무선통신시스템에서 AP가 주기적으로 전송하는 비컨을 기반으로 연결을 시도할 AP를 결정하는 장치 및 방법을 제공한다.

[0019] 또한 본 발명의 실시 예에서는 주변 AP들의 기능적 또는 시스템적 변화를 기대하지 않고, 무선 기기가 독자적으로 무선 채널의 품질을 예측하는 장치 및 방법을 제공한다.

[0020] 또한 본 발명의 실시 예에서는 단말기를 중심으로 예워싼 무선 채널 상황을 이에 상관 관계가 뚜렷한 하나의 미터법 (metric)을 이용하여 실시간 예측을 통해, 상대적으로 채널 품질 (간섭, 잡음)이 가장 좋은 AP로의 연결을 유도함으로써, 해당 무선 기기에 최적화된 네트워크 성능을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0021] 본 발명의 실시 예에 따른 무선 기기에서 액세스 포인트와의 연결방법은, 복수의 액세스 포인트들 각각으로부터 수신한 비컨에 의해 획득한 정보를 기반으로 간섭 상황을 예측하는 과정과, 상기 예측한 간섭 상황을 고려하여 상기 복수의 액세스 포인트들 중에서 하나의 액세스 포인트를 선택하는 과정 및 상기 선택한 하나의 액세스 포인트로 연결을 시도하는 과정을 포함한다.

[0022] 또한 본 발명의 실시 예에 따른 액세스 포인트와 연결하는 무선 기기는, 복수의 액세스 포인트들 각각으로부터의 신호를 수신하는 수신부와, 상기 수신부를 통해 수신한 비컨에 의해 획득한 정보를 기반으로 간섭 상황을 예측하는 예측부 및 상기 예측한 간섭 상황을 고려하여 상기 복수의 액세스 포인트들 중에서 연결을 시도할 하나의 액세스 포인트를 선택하는 선택부를 포함한다.

발명의 효과

[0023] 본 발명은 주변 AP들이 보내는 비컨 신호의 주기를 이용하며, 주변 AP들의 내부설계나 시스템 작동을 변환시킬 필요 없이 사용자의 단말기를 기준으로 주변 환경을 감지하기 때문에, 위 언급된 타 기술들에 비해 현실적이고 비용측면에서도 더 효율적이다.

[0024] 그 외에 본 발명의 실시 예로 인해 얻을 수 있거나 추정되는 효과에 대해서는 본 발명의 실시 예에 대한 상세한 설명에서 직접적 또는 암시적으로 개시하도록 한다. 즉 본 발명의 실시 예에 따라 추정되는 다양한 효과에 대해서는 후술될 상세한 설명 내에서 개시될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 AP 선택이 요구되는 WLAN의 상황에 대한 일 예를 보이고 있는 도면;

도 2는 본 발명의 실시 예에 따라 간섭 상황을 고려하여 연결할 AP를 선택하기 위한 무선 기기의 블록 구성을 보이고 있는 도면;

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 무선 기기에서 수신한 비컨을 사용하여 무선 채널 상황을 예측하는 예측부 (220)의 블록 구성에 대한 일 예를 보이고 있는 도면;

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 무선 기기에서 수신한 비컨을 사용하여 충돌을 검출하는 충돌 검출부 (320)의 블록 구성에 대한 일 예를 보이고 있는 도면;

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 무선 기기에서 수신한 비컨을 사용하여 간섭을 검출하는 계량 수치 산출부(330)의 블록 구성에 대한 일 예를 보이고 있는 도면;

도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 무선 기기에서 연결을 시도할 최적의 AP를 선택하기 위한 제어 흐름을 보이고 있는 도면;

도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 AP 선택이 필요한 하나의 시나리오를 보이고 있는 도면;

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 AP 선택 시의 지연을 확인할 수 있는 타임 스케줄의 일 예를 보이고 있는 도면;

도 9는 본 발명에서 제안하는 방안의 유효성을 검증하기 위한 실험 환경을 보이고 있는 도면;

도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 실험의 결과 그래프를 보이고 있는 도면;

도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 사실을 입증하기 위한 실험 환경 및 결과를 보이고 있는 도면;

도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 유효성 검증 실험의 환경을 보이고 있는 도면;

도 13은 신호 크기의 분산이 크면 클수록 간섭이 자주 발생하여 해당 AP에서 통신되는 전체 트래픽의 총량이 조금씩 감소하는 실험 결과를 보이고 있는 도면;

도 14는 본 발명이 실시 예에 따른 비율과 AP의 간섭 수치 간 비례 관계를 확인할 수 있는 실험 결과를 보이고 있는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하 상세한 설명에서는 상술한 기술적 과제를 이루기 위한 대표적인 실시 예에 대해 개시할 것이다. 이때 설명의 편의를 위해 정의하고 있는 개체들의 명칭들은 상세한 설명에 있어서 동일하게 사용할 수 있다. 하지만 설명의 편의를 위해 사용된 명칭들이 권리를 한정하는 것은 아니며, 유사한 기술적 배경을 가지는 시스템에 대해 동일 또는 용이한 변경에 의해 적용이 가능함은 물론이다.

[0027] 뿐만 아니라 하기에서의 상세한 설명에 있어 공지된 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 제안하는 기술적 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 구체적인 설명을 생략할 것이다.

[0028] 후술될 실시 예에 대해 구체적으로 설명함에 있어서, IEEE 802.11 규격에 명시된 바를 주된 대상으로 할 것이다. 따라서 상기 IEEE 802.11 규격의 주요 기술에 대해 간략하게 설명한다.

[0029] 첫 번째로 IEEE 802.11 규격에서는 충돌 회피 (Collision Avoidance) 기법의 사용을 정의하고 있다. 일 예로 반송파 검출 다중 접근/충돌 회피 (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance, 이하 'CSMA/CA'라 칭함) 방식에서 반송파 검출이란 무선 기기가 보내야 할 신호가 있을 때, 주변 상황을 감지하는 것을 의미한다. 만약 주변 상황이 신호를 보내기에 적합하면, 무선 기기는 신호의 송신을 수행한다. 하지만 주변 상황이 신호를 보내기에 적합하지 않다면, 무선 기기는 신호를 송신하지 않음으로써, 충돌을 사전에 회피한다. 이러한 기법을 'CSMA/CA 방식'이라 한다.

[0030] 상기 IEEE 802.11 규격은 CSMA/CA 방식을 이용한 분산 조정 기능 (DCF: Distributed Coordination Function)으로, 매체 접근 제어 (Medium Access Control)를 실행하도록 설정되어 있다.

[0031] 통상적으로 유선 환경에서의 충돌은 감지가 용이하기 때문에 충돌 검출 (Collision Detection) 기법이 포함된 CSMA/CD 기술을 이용한다. 하지만 무선 환경에서는 현실적으로 충돌을 완벽하게 감지하는 것이 어렵기 때문에 사전에 충돌이 발생하는 것을 회피하는 CSMA/CA 기술이 사용된다. 예컨대 CSMA/CA 기술이 적용된 무선 데이터 전송 기법은 아래와 같은 과정을 거친다.

[0032] 무선 기기는 자신의 데이터 버퍼를 확인한다. 상기 무선 기기는 버퍼에 보내야 할 데이터가 있음이 확인될 경우, 안테나를 통해 채널의 혼잡 (busy) 여부를 판별한다. 상기 판별을 통해 사용할 채널이 비어있는 경우, 사전에 설정된 백-오프 시간 (back-off time)만큼 대기한 후 버퍼에 존재하는 보내야 할 데이터의 전송을 시작한다. 하지만 상기 판별을 통해 사용할 채널이 비어있지 않은 경우, 해당 채널을 사용하고 있는 객체에 의한 데이터 전송이 끝날 때까지 기다린 후에 백-오프 시간이 경과할 때까지 대기한다.

- [0033] 상기 백-오프 타임은 여러 개의 타임 슬롯으로 세분화될 수 있다. 이 경우 채널이 비어있을 때, 백-오프 타임에 상응한 타임 슬롯의 개수를 하나씩 감소시킴으로써, 잔여 백-오프 크기를 줄인다. 만약 타임 슬롯의 개수를 하나씩 감소시키는 중간에 무선 트래픽이 감지될 시, 잔여 백-오프의 크기를 유지한 채로 해당 채널이 사용되지 않을 때까지 기다린다. 그 후, 무선 트래픽이 중단되는 순간부터 잔여 백-오프의 크기를 줄이는 것을 재개한다.
- [0034] 상기 무선 기기는 잔여 백-오프의 크기가 0이 되면, 즉시 데이터의 전송을 시작한다. 상기 무선 기기는 상기 데이터의 전송이 끝난 후 상대 무선 기기로부터 확인 응답 신호 (ACK)가 전송되기를 기다린다. 상기 무선 기기는 ACK를 수신하면, 해당 프레임을 전송하는데 성공하였음을 인지한다. 하지만 타임 아웃이 될 때까지 ACK가 수신되지 않으면, 상기 무선 기기는 해당 프레임이 전송 중에 충돌이 발생하였음을 인지하고, 해당 프레임의 전송 절차를 다시 반복하여 수행한다. 이 때 백-오프 시간의 크기가 경쟁 윈도우 (Contention Window)의 특성으로 인해 증가할 가능성이 높다.
- [0035] 두 번째로 IEEE 802.11 규격에서는 비컨을 방송하는 것을 정의하고 있다. 제안될 실시 예에서의 비컨은 WLAN이 인프라스트럭처 모드 (Infrastructure mode)일 때의 비컨을 뜻한다.
- [0036] 예컨대 AP는 비컨이 전송될 시, 자신의 SSID, BSSID 등과 같은 신원 정보를 뿐만 아니라 데이터의 송/수신을 담당하는 주파수 정보, 주파수 종류 정보 등을 비컨 프레임에 넣어 특정 주기로 방송한다. 상기 비컨 프레임을 방송하는 특정 주기는 비컨 프레임의 상위 부분에 비컨 인터벌 (beacon interval)로 표기되어 있다. 상기 특정 주기는 제조 업체마다 조금씩 다를 수 있고, 사용자에게 의해 자유롭게 설정될 수 있다. 상기 특정 주기로는 대략적으로 100 ~ 200ms 정도가 선호되는 편이다. 상기 비컨 프레임의 전송도 일반적인 데이터 전송과 마찬가지로 CSMA/CA를 기반으로 한다.
- [0037] 상기 특정 주기로 비컨을 방송하는 AP의 주변에 위치하는 모든 무선 기기는 스캐닝을 통해, 상기 AP에 의해 방송되는 비컨을 수집할 수 있다.
- [0038] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 AP 선택이 요구되는 WLAN의 상황에 대한 일 예를 보이고 있다. 즉 도 1에서는 여섯 개의 AP들 (AP#1 내지 AP#6)에 의한 서비스 영역들 (111, 112, 113, 114, 115, 116)이 혼재한 WLAN에서 무선 기기들 (120, 122, 124, 126)이 적어도 두 개의 AP들로부터 비컨을 수신할 수 있는 위치에 분포하고 있는 상황을 가정하고 있다.
- [0039] 보다 구체적으로, 제1무선기기 (120)는 AP#1과 AP#2 및 AP#6 각각이 소정 비컨 주기로 전송하는 비컨을 수신할 수 있는 영역에 위치하고, 제2무선기기 (122)는 AP#1과 AP#3 각각이 소정 비컨 주기로 전송하는 비컨을 수신할 수 있는 영역에 위치한다. 제3무선기기 (124)는 AP#5와 AP#6 각각이 소정 비컨 주기로 전송하는 비컨을 수신할 수 있는 영역에 위치하고, 제4무선기기 (126)는 AP#2과 AP#4 및 AP#6 각각이 소정 비컨 주기로 전송하는 비컨을 수신할 수 있는 영역에 위치한다.
- [0040] 따라서 상기 제1무선기기 (120)는 수신한 비컨을 기반으로 AP#1과 AP#2 및 AP#6 중 연결을 시도할 하나의 AP를 선택하고, 상기 제2무선기기 (122)는 수신한 비컨을 기반으로 AP#1과 AP#5 중 연결을 시도할 하나의 AP를 선택한다. 상기 제3무선기기 (124)는 수신한 비컨을 기반으로 AP#5과 AP#6 중 연결을 시도할 하나의 AP를 선택하고, 상기 제4무선기기 (126)는 수신한 비컨을 기반으로 AP#2과 AP#4 및 AP#6 중 연결을 시도할 하나의 AP를 선택한다.
- [0041] 상기 제1 내지 제4무선기기 (120, 122, 124, 126)는 연결을 시도할 AP를 선택할 시에 수신한 비컨을 이용한다. 예컨대 제안될 실시 예에서는 비컨에 의해 획득한 정보를 기반으로 예측한 간섭 상황을 고려하여 연결을 시도할 하나의 AP를 선택한다.
- [0042] 일반적으로 WLAN에서 무선 미디어에 대한 물리적인 충돌 감지는 어렵다. 따라서 상기 WLAN에서는 CD (Collision Detection)가 아닌 CA (Collision Avoidance)를 기준으로 무선 자원을 관리한다. 상기 WLAN에서 CSMA/CA 매커니즘은 전송해야 하는 모든 프레임에 적용되며, 비컨 역시 이에 포함된다.
- [0043] 하지만 비컨의 경우 특정 시간을 기준으로 주기적으로 주변에 방송되어야 하기 때문에, 제일 먼저 전송이 되게끔 데이터 프레임을 임시로 보관하고 있는 버퍼에 설정된다. 즉 일반 데이터 프레임은 FCFS (First Come First Serve)의 형식으로 전송되지만, 비컨은 최고의 우선순위를 지니기 때문에 우선 전송이 가능한 것이다. 그러므로 무선 기기에 비컨이 수신되는 그 시간의 오차는 매우 작을 것으로 예상할 수 있다. 여기서 오차란, 비컨이 해당 무선 기기에 도착하기로 한 예상 시간과 실제 시간의 차이를 뜻한다.
- [0044] 예컨대 상기 오차는 전파 지연 (propagation delay), 큐 지연 (queue delay) 및 대기 지연 (waiting delay)을

포함한다. 상기 전파 지연은 무선 기기와 AP 간의 거리로 인해 발생한다. 상기 큐 지연은 우선순위로 인해 버퍼의 맨 처음으로 이동되었지만 이미 보내고 있는 프레임 때문에 발생한다. 상기 대기 지연은 주어진 백-오프 시간 동안 채널이 비어 있어야 하기 때문에 발생한다.

[0045] 하지만 상기 세 가지의 지연을 모두 합하더라도, 1ms 전후 정도의 오차밖에 발생하지 않는다. 이는 도 8에서 보이고 있는 타임 스케줄을 통해 확인할 수 있다.

[0046] 이러한 오차 값으로 다수의 송신기로 인한 무선 미디어의 간섭 수치의 높낮이를 예측하기는 조금 무리가 있으므로, 주기 오차 값을 하나의 비컨에서만 확인하지 않고, 특정 주기를 가지고 연속적으로 전송되는 비컨들 간의 주기 값을 이용하여 해당 무선 채널의 간섭 여부를 감지 및 모니터링 한다.

[0047] WLAN에서의 모든 무선 기기들은 자신이 보낸 프레임에 대한 ACK 프레임을 기다린다. 상기 ACK 프레임을 받게 되면, 해당 프레임이 목적지로 잘 전송되었다는 결론을 내리고, 그 프레임을 임시 버퍼에서 삭제한다. 하지만 비컨은 방송되기 때문에 데이터 프레임과 달리 ACK을 기대할 수 없다. 즉 무선기기는 비컨을 받고 그 정보를 사용할 뿐, 해당 비컨에 대한 ACK를 AP로 전송하지 않는다.

[0048] 따라서 데이터 프레임은 ACK의 수신 여부를 통해 해당 프레임의 재전송 여부를 결정할 있지만, 비컨은 그렇지 못하므로, 충돌로 인해 손실된 비컨은 재전송되지 않는다. 제안된 발명에서는 이러한 특성을 이용하여 설정된 비컨 수집 구간에서 비컨의 충돌 횟수 또는 확률을 계산하고, 이를 기반으로 해당 무선 채널의 간섭 정도를 가늠하여 충돌을 자주 겪는 채널로의 연결을 회피하도록 한다. 이와 같이 충돌을 자주 겪는 채널로의 연결을 회피하는 것을 무선기기의 무선 용량을 증대시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다.

[0049] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 AP 선택이 필요한 하나의 시나리오를 보이고 있다.

[0050] 도 7을 참조하면, AP(710)는 소정의 비컨 주기 (INTERVAL)에 의해 비컨을 전송한다. 무선 기기(720)는 상기 AP(710)에 의해 전송되는 비컨을 소정 주기 (INTERVAL + α)로 수신한다. 상기 무선 기기(720)가 비컨을 수신하는 주기를 결정하는 α 는 채널 상황을 반영하는 변수 (parameter)이다. 일 예로 α 는 무선 기기(720)가 제1비컨을 수신한 후 제2비컨이 수신될 것이라 예측한 시점과 실제로 제2비컨이 수신된 시점 간의 오차를 정의하는 지연 변수 (delay parameter)가 될 수 있다.

[0051] 상기 무선 기기(720)는 상기 AP(710)가 소정의 비컨 주기로 전송한 비컨들을 일정한 주기 (INTERVAL + α)로 수신하는 것이 가장 이상적일 것이다. 하지만 상기 무선 기기(720)는 전송 중 충돌 (collision) 등의 이유로 인해, 상기 AP(710)에 의해 전송된 비컨을 수신하지 못할 수 있다. 이 경우 무선 기기(720)는 일정한 주기 (INTERVAL + α)가 아닌 예상치 못한 주기 ($2 * \text{INTERVAL} + \alpha$)에서 다음 비컨을 수신할 것이다.

[0052] 따라서 상기 무선 기기(720)는 충돌 상황 등으로 인한 간섭 상황을 인지하고, 이를 고려하여 최적의 AP로의 연결을 시도하는 것이 바람직할 것이다. 후술될 실시 예는 바람직한 AP 연결을 제공할 수 있도록, 간섭 상황을 고려하여 연결을 시도할 AP를 선택하기 위해 마련된 것이다.

[0053] 도 7에서 보이고 있는 바에 따르면, INTERVAL로 정의된 비컨의 주기 시간이 주어진 상태에서, 무선기기, 즉 비컨을 받는 수신기가 지속적으로 받는 비컨 프레임의 도착 시간을 기록한다. 그리고 상기 기록된 도착 시간을 기반으로 연속적인 두 비컨 프레임 간의 시간 차를 계산하면, INTERVAL의 수치만큼의 값이 가감됨을 알 수 있다. 하지만 이는 충돌 상황이 발생하지 않음을 가정했을 때의 수치이고, 충돌이 빈번하게 일어나는 환경에서는 특정 c값이 곱해진 INTERVAL 값에 대한 가감이 이루어진다.

[0054] 일 예로 802.11 MAC의 Distributed Coordination Function (DCF)의 경우, 통신하는 단말기의 숫자가 많아지면 많아질수록 원천적으로 충돌이 발생할 확률이 훨씬 높기 때문에, 그만큼 단말기 입장에서의 실제 비컨 주기가 증가할 수밖에 없다.

[0055] 먼저 제안된 실시 예에 따라 AP를 선택을 하기 위해 필요한 정보는 아래와 같이 정의될 수 있다.

[0056] - 비컨 주기 정보: AP가 자신의 정보를 담고 있는 비컨을 전송하는 주기를 정의하는 정보이다. 상기 AP에 의해 전송되는 비컨은 비컨 주기 정보를 포함한다. 무선 기기는 비컨을 수신함으로써, 해당 AP에서 비컨을 전송하는 비컨 주기 정보를 쉽게 열람할 수 있다.

[0057] - 비컨 신호 세기 정보: 무선 기기는 AP가 보내는 비컨 또는 프로우부 응답 (Probe Response)을 RX 안테나를 통해 수신하므로, 수신한 비컨 또는 프로우부 응답에 대해 측정된 신호 세기를 비컨 신호 세기 정보로 인지한다.

상기 무선 기기는 인지한 비컨 신호 세기 정보를 이용하여 간섭을 예측할 수 있다.

- [0058] - 비컨 전송 주체: 해당 비컨을 전송한 AP의 정확한 신원 정보를 의미한다. 예컨대 무선 기기는 수신한 비컨에 포함된 소정 정보 (BSSID, SSID 등)에 의해 비컨 전송 주체를 확인하는 것이 가능하다.
- [0059] - 비컨 도착 시간: 무선 기기가 비컨을 수신한 시간을 기록한 정보이다. 상기 비컨 도착 시간은 연속하여 수신된 복수의 비컨 간 도착 시간 차를 이용하기 위해 필요한 요소 중 하나이다.
- [0060] 제안될 실시 예에서는 무선 기기가 AP와의 연결을 위해, 간섭을 예측한 후 상기 예측한 간섭을 기반으로 연결을 시도할 AP를 선택하는 방안에 대해 구체적으로 설명할 것이다. 이를 위해 복수의 AP로부터 수신한 비컨에 의해 간섭을 예측하는 구체적인 방안과, 상기 예측한 간섭을 이용하여 상기 복수의 AP들 중 연결을 유도할 하나의 AP를 선택하는 구체적인 방안에 대해 상세히 설명하도록 한다.
- [0061] 후술될 실시 예에서는 AP 선택을 위해 간섭을 예측하는 다양한 방안을 제안한다. 예컨대 비컨 충돌 여부를 기반으로 간섭을 예측하는 방안과, 비컨의 신호 세기 계량 수치를 기반으로 간섭을 예측하는 방안 및 상기 비컨 충돌 여부와 상기 비컨의 신호 세기 계량 수치를 기반으로 간섭을 예측하는 방안에 대한 구체적인 구현 예를 개시할 것이다.
- [0062] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따라 간섭 상황을 고려하여 연결할 AP를 선택하기 위한 무선 기기의 블록 구성을 보이고 있다.
- [0063] 도 2를 참조하면, 수신부(210)는 하나 또는 복수의 AP들에 의해 전송된 신호를 수신한다. 상기 수신부(210)에 의해 수신되는 신호는 특정 종류로 한정되지는 않는다. 즉 상기 수신 신호는 다양한 종류와, 그 종류에 따라 서로 다른 포맷을 가질 수 있을 뿐만 아니라 그 종류에 따라 신호가 포함하는 정보도 서로 상이할 수 있다. 예컨대 상기 수신 신호는 하나 또는 복수의 AP들 각각이 소정의 비컨 주기에 의해 전송하는 비컨 또는 비컨 프레임을 포함한다.
- [0064] 예측부(220)는 상기 수신부(210)를 통해 수신한 신호로부터 자신이 해독할 수 있는 데이터 프레임을 추출한다. 상기 예측부(220)는 추출한 데이터 프레임에 대한 종류를 분석하고, 상기 분석에 의해 그 종류가 비컨인 데이터 프레임을 분류한다. 상기 예측부(220)는 비컨으로 분류된 데이터 프레임으로부터 충돌 예측 및/또는 간섭 예측을 위해 필요한 정보를 획득한다.
- [0065] 일 예로 상기 예측부(220)는 충돌 예측을 위해, 비컨으로 분류된 데이터 프레임으로부터 비컨 주기와 전송 주체에 관한 정보를 획득할 수 있다. 다른 예로 상기 예측부(220)는 간섭 예측을 위해, 비컨으로 분류된 데이터 프레임에 대한 신호 세기를 지속적으로 측정하고, 상기 측정된 신호 세기를 기반으로 신호 크기 분산 값을 획득할 수 있다.
- [0066] 상기 예측부(220)는 획득한 정보를 기반으로 충돌 상황 및/또는 간섭 상황을 예측하고, 상기 예측에 따른 예측 결과를 출력한다.
- [0067] 예컨대 상기 예측부(220)는 비컨을 사용하여 주기 오차 정보와 신호 크기 분산 값 중 적어도 하나를 획득하고, 상기 획득한 주기 오차 정보와 신호 크기 분산 값 중 적어도 하나를 이용하여 충돌 및 간섭 상황을 예측한다. 상기 예측부(220)는 주기 오차 정보를 이용하여 충돌 상태를 예측하거나 신호 크기 분산 값을 이용하여 간섭 상황을 예측할 수 있다.
- [0068] 이하 설명의 편의를 위해, 충돌 상황 및 간섭 상황을 통칭하여 ‘채널 상황’이라 지칭하고, 충돌 상황과 간섭 상황을 예측하는 것을 ‘채널 상태 예측’이라 지칭하도록 한다.
- [0069] 일 예로 주기 오차 정보를 이용하여 충돌을 예측할 경우, 예측부(220)는 비컨에 포함된 비컨 주기 정보와 비컨 전송 주체를 확인한다. 상기 예측부(220)는 확인한 비컨 주기 정보와 비컨이 도착한 시간 (비컨 도착 시간)에 의해, 해당 전송 주체의 주기 오차를 검출한다.
- [0070] 상기 예측부(220)는 검출한 주기 오차에 의해 비컨의 충돌 여부를 예측한다. 상기 주기 오차에 의해 비컨의 충돌을 예측하는 것은, 무선 상황이 충돌 발생 가능성이 높다고 예측된 경우에 적용하는 것이 바람직하다.
- [0071] 상기 주기 오차 정보는 비컨이 비컨 주기 정보에 의한 예측 도착 시간으로부터 얼마만큼의 오차를 가지고 도착하였는지를 나타내는 정보이다. 즉 상기 주기 오차 정보는 비컨 주기 정보에 의한 예측 도착 시간과 비컨이 실제로 도착한 비컨 도착 시간 간의 오차에 의해 결정된다.

- [0072] 상기 예측부(220)는 충돌 여부를 판단하기 위해 설정된 기준 오차와 비컨의 주기 오차를 비교하고, 그 비교 결과에 의해 충돌이 발생하였는지를 예측할 수 있다. 상기 예측부(220)는 비컨의 주기 오차가 기준 오차보다 큰 값으로 결정된 경우, 충돌이 발생하였다고 판단할 수 있다. 상기 비컨의 주기 오차가 기준 오차보다 큰 값으로 결정되었다는 것은, 도 7에서 보이고 있는 충돌 상황이 발생하였음을 충분히 예측할 수 있도록 한다. 즉 기준 오차보다 큰 주기 오차가 결정된 상황은, 실제로 발생한 인터벌 ($2 * \text{INTERVAL} + \alpha$)이 예상 인터벌 ($\text{INTERVAL} + \alpha$)보다 충분히 큰 상황에 해당할 것이다.
- [0073] 상기 예측부(220)는 기준 오차와 비컨의 주기 오차의 비교 결과에 의해 예측한 충돌 예측 결과를 출력한다. 상기 충돌 예측 결과는 해당 전송 주체에 해당하는 AP에 대해 예측한 충돌 상황에 관한 정보이다. 일 예로 상기 충돌 예측 결과는 충돌 검출 신호가 될 수 있다.
- [0074] 다른 예로 신호 크기 분산 값을 이용하여 간섭을 예측할 경우, 예측부(220)는 AP 별 비컨의 신호 세기를 지속적으로 추출하고, 상기 AP 별로 추출한 비컨의 신호 세기에 의해 신호 세기 계량 수치를 산출한다. 즉 상기 예측부(220)는 AP 별로 신호 세기 계량 수치를 산출한다. 상기 신호 세기 계량 수치는 신호 크기 분산 값의 일 예가 될 수 있다.
- [0075] 상기 예측부(220)는 AP 별 신호 세기 계량 수치를 기반으로 각 AP의 간섭 상황을 예측한다. 상기 신호 크기 분산 값을 이용하여 간섭을 예측하는 것은, 무선 상황이 충돌이 발생할 가능성이 높을 것으로 예측되지는 않으나 높은 전송률을 지원하는 변조방식을 사용할 수 없는 경우에 적용하는 것이 바람직하다.
- [0076] 상기 예측부(220)는 신호 크기 분산 값을 이용하여 간섭을 예측한 결과, 즉 간섭 예측 결과를 출력한다. 상기 간섭 예측 결과는 각 AP 별로 예측한 간섭 상황에 관한 정보이다. 일 예로 상기 간섭 예측 결과는 간섭 검출 신호가 될 수 있다.
- [0077] 또 다른 예로 예측부(220)는 주기 오차 정보와 신호 크기 분산 값을 함께 고려하여 충돌 및 간섭 상황을 예측할 수도 있다. 즉 상기 예측부(220)는 비컨의 주기 오차 정보를 이용하여 복수의 AP들 각각에 대응하여 충돌 수치를 예측한다. 상기 예측부(220)는 복수의 AP들 각각에 대해 예측한 충돌 수치들 중 가장 낮은 충돌 수치를 선택한다. 상기 충돌 수치가 가장 낮다는 것은 충돌이 발생할 확률이 가장 낮음을 의미한다. 상기 예측부(220)는 소정의 기준 수치를 설정하고, 상기 설정한 기준 수치보다 낮은 충돌 수치에 대해서는 가장 낮은 충돌 수치라 간주하도록 구현할 수도 있을 것이다.
- [0078] 상기 예측부(220)는 가장 낮은 간섭 수치가 예측된 AP가 복수인 경우, 상기 복수의 AP들 각각에 대해 획득한 신호 크기 분산 값을 이용하여 간섭 수치를 예측한다. 상기 예측부(220)는 각 AP에 대해 예측한 간섭 수치들 중 가장 낮은 간섭 수치를 선택한다. 상기 간섭 수치가 가장 낮다는 것은 간섭이 발생할 확률이 가장 낮음을 의미한다.
- [0079] 상기 예측부(220)는 비컨의 주기 오차 정보를 이용한 충돌 예측 결과와, 신호 크기 분산 값을 이용한 간섭 예측 결과를 기반으로 채널 상태 예측 결과를 출력한다. 상기 채널 상태 예측 결과는 각 AP 별로 예측한 충돌 상황뿐만 아니라 간섭 상황까지도 함께 고려한 정보이다. 일 예로 상기 채널 상태 예측 결과는 특정 AP에 상응한 비컨 주체 정보가 될 수 있다.
- [0080] 상기 주기 오차 정보와 신호 크기 분산 값을 함께 고려하여 충돌 및 간섭 상황을 예측하면, 충돌뿐만 아니라 간섭이 발생할 확률이 가장 낮은 AP로의 연결을 시도할 수 있게 된다.
- [0081] 선택부(230)는 상기 예측부(220)에 의해 제공되는 예측 결과를 고려하여 비컨이 수신된 복수의 AP들 중 연결을 시도할 하나의 AP를 선택한다. 예컨대 상기 예측 결과는 복수의 AP 별로 예측한 충돌 예측 결과, 간섭 예측 결과, 채널 상태 예측 결과 중 어느 하나가 될 수 있다. 이 경우 상기 선택부(230)는 충돌 예측 결과를 기반으로 복수의 AP들 중 충돌이 발생할 가능성이 가장 낮은 하나의 AP를 선택하거나 간섭 예측 결과를 기반으로 복수의 AP들 중 간섭이 발생할 가능성이 가장 낮은 하나의 AP를 선택한다.
- [0082] 상기 선택부(230)는 채널 상태 예측 결과에 의해 충돌이 발생할 가능성과 간섭이 발생할 가능성을 함께 고려하여 복수의 AP들 중 최적의 AP를 선택할 수도 있다.
- [0083] 상기 채널 상태 예측 결과에 의해 충돌 및 간섭 발생 가능성을 함께 고려하여 하나의 AP를 선택하는 구체적인 방안은 앞에서 예측부(220)가 수행하는 동작과 동일할 수 있다. 따라서 상기 선택부(230)가 충돌 및 간섭 발생 가능성을 함께 고려하여 하나의 AP를 선택하는 구체적인 방안에 대한 설명은 생략한다. 단지 충돌 및 간섭 발생 가능성을 함께 고려하기 위해서는, 선택부(230)가 충돌 예측 결과와 간섭 예측 결과를 예측부(220)로부터 독립

적으로 제공받는 것이 바람직하다.

- [0084] 상기 선택부(230)는 충돌이 발생할 가능성 또는 간섭이 발생할 가능성 또는 충돌과 간섭이 발생할 가능성을 고려하여 선택된 AP의 개수가 복수일 경우, 상기 복수의 AP들 중 가장 큰 RSSI (신호 세기)의 비컨이 수신된 AP를 최종 선택한다.
- [0085] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 무선 기기에서 수신한 비컨을 사용하여 무선 채널 상황을 예측하는 예측부(220)의 블록 구성에 대한 일 예를 보이고 있다.
- [0086] 도 3을 참조하면, 정보 추출부(310)는 복수의 AP들로부터의 수신 신호에서 상기 복수의 AP 각각에 대한 간섭 상황을 예측하기 위한 비컨을 추출한다. 예컨대 상기 정보 추출부(220)는 물리 정보 추출부와 비컨 정보 추출부에 의해 구성할 수 있다.
- [0087] 상기 물리 정보 추출부는 수신한 신호로부터 자신이 해독할 수 있는 데이터 프레임을 추출한다. 상기 비컨 정보 추출부는 상기 물리 정보 추출부에 의해 추출된 데이터 프레임의 종류를 분석한다. 상기 비컨 정보 추출부는 분석 결과를 기반으로 추출된 데이터 프레임을 종류 별로 분류한다. 상기 비컨 정보 추출부는 비컨으로 분류된 데이터 프레임으로부터 간섭 예측을 위한 정보를 추출하거나 비컨으로 분류된 데이터 프레임의 신호 세기를 지속적으로 측정하여 출력한다.
- [0088] 충돌 검출부(320)는 상기 정보 추출부(310)로부터 비컨 주기 정보와 비컨 전송 주체에 관한 정보를 제공받는다. 상기 충돌 검출부(320)는 비컨 주기 정보와 비컨 도착 시간에 의해, 해당 전송 주체의 주기 오차를 검출한다. 상기 충돌 검출부(320)는 상기 해당 전송 주체를 상기 정보 추출부(310)에 의해 제공된 비컨 전송 주체에 의해 인지할 수 있다. 상기 충돌 검출부(320)는 검출한 주기 오차에 의해 해당 비컨의 충돌 여부를 판단한다. 상기 충돌 검출부(320)는 충돌 여부에 대한 판단 결과 (즉 충돌 검출 신호)를 출력한다. 상기 충돌 검출 신호는 비컨 주기 정보를 기반으로 충돌이 발생하였는지를 나타내는 충돌 수치를 의미한다.
- [0089] 계량 수치 산출부(330)는 상기 정보 추출부(310)에 의해 지속적으로 측정된 비컨으로 분류된 데이터 프레임의 신호 세기를 제공받는다. 상기 계량 수치 산출부(330)는 지속적으로 제공되는 신호 세기들에 대해 분산(variance) 등과 같은 여러 계량 수치를 적용하여 AP 별 신호 세기 계량 수치를 산출한다. 일 예로 상기 신호 세기 계량 수치는 신호 크기 분산 값이 될 수 있다. 상기 계량 수치 산출부(330)는 AP 별로 산출한 신호 세기 계량 수치를 별도의 기록 매체에 기록할 수도 있다. 상기 계량 수치 산출부(330)는 AP 별로 산출한 신호 세기 계량 수치 (신호 크기 분산 값)에 해당하는 간섭 검출 신호를 출력한다. 상기 간섭 검출 신호는 비컨 신호 분산 정보를 기반으로 발생한 간섭의 정도를 나타내는 간섭 수치를 의미한다.
- [0090] 도 3에서는 예측부(220)가 충돌 검출부(320)와 계량 수치 산출부(330)를 모두 포함하는 것으로 도시하고 있다. 하지만 채널 예측을 위해 어떠한 정보를 이용할 것인지에 따라, 그 구성은 달라질 수 있다. 예컨대 비컨 주기 정보를 기반으로 충돌이 발생하였는지를 예측할 시, 예측부(220)는 충돌 검출부(320)만을 구비하면 된다. 하지만 비컨 신호 분산 정도를 기반으로 간섭이 발생하였는지를 예측할 시, 예측부(220)는 계량 수치 산출부(330)만을 구비하면 된다.
- [0091] 그렇지 않고 도 3에서 보이고 있는 바와 같이 예측부(220)가 충돌 검출부(320)와 계량 수치 산출부(330)를 모두 포함하도록 구성하고, 충돌 또는 간섭 또는 충돌과 간섭 모두 중 무엇을 고려하여 무선 채널 상황을 예측할 지를 선별적으로 사용하는 것도 가능하다.
- [0092] 상기 채널 예측부(340)는 상기 충돌 검출부(320)에 의해 제공된 충돌 수치와 상기 계량 수치 산출부(330)에 의해 제공된 간섭 수치 중 적어도 하나를 이용하여 AP 별 무선 채널 상황을 예측한다. 상기 무선 채널 상황에 대한 예측은 앞서도 밝힌 바와 같이 충돌이 발생할 가능성을 예측하거나 간섭이 발생할 가능성을 예측하거나 충돌 및 간섭이 발생할 가능성을 동시에 예측하는 것을 말한다.
- [0093] 예컨대 상기 충돌 수치는 AP 별 전송 비컨에서 충돌이 발생할 가능성을 예측하기 위한 용도로 활용되고, 상기 간섭 수치는 전송 비컨에서 간섭이 발생할 가능성을 예측하기 위한 용도로 활용될 수 있다.
- [0094] 상기 예측부(220)는 도 3에 도시된 바와 달리, 채널 예측부(340)를 구비하지 않을 수도 있다. 이 경우 충돌 검출부(320)로부터 출력되는 충돌 검출 신호 (충돌 수치)와 상기 계량 수치 산출부(330)로부터 출력되는 간섭 검출 신호 (간섭 수치)는 선택부(230)로 직접 제공되도록 한다. 상기 선택부(230)는 충돌 검출 신호 (충돌 수치)를 충돌 예측 결과로 간주하고, 간섭 검출 신호 (간섭 수치)를 간섭 예측 결과로 간주하여 복수의 AP들 중 하나의 AP를 선택할 수 있다.

- [0095] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 무선 기기에서 수신한 비컨을 사용하여 충돌을 검출하는 충돌 검출부(320)의 블록 구성에 대한 일 예를 보이고 있다.
- [0096] 도 4를 참조하면, 주기 오차 검출부(410)는 입력되는 비컨 정보 (비컨 주기 정보, 비컨 전송 주체 등)와 비컨 도착 시간에 의해, 해당 전송 주체의 주기 오차를 검출한다. 상기 주기 오차 검출부(410)는 비컨 전송 주체에 의해 해당 비컨을 전송한 AP를 인지할 수 있다.
- [0097] 예컨대 상기 주기 오차 검출부(410)는 비컨 주기 정보에 의한 예측 도착 시간과 비컨이 실제로 도착한 비컨 도착 시간 간의 오차에 의해 해당 AP에 대응한 주기 오차를 검출한다.
- [0098] 충돌 여부 판단부(420)는 상기 주기 오차 검출부(410)로부터 검출된 주기 오차에 의해 해당 AP로부터 전송된 비컨에 대한 충돌이 발생하였는지를 판단한다. 상기 충돌 여부 판단부(420)는 충돌 여부에 대한 판단 결과에 의해 충돌 검출 신호를 출력한다. 상기 충돌 검출 신호는 비컨 주기 정보를 기반으로 충돌이 발생하였는지를 나타내는 충돌 수치가 될 수 있다.
- [0099] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 무선 기기에서 수신한 비컨을 사용하여 간섭을 검출하는 계량 수치 산출부(330)의 블록 구성에 대한 일 예를 보이고 있다.
- [0100] 도 5를 참조하면, 신호 크기 여과부(510)는 지속적으로 입력되는 비컨들 각각의 신호 세기를 측정하여 출력한다. 계량 수치 유도부(520)는 상기 신호 크기 여과부(510)에 의해 출력되는 비컨의 신호 세기들에 대해 분산 등과 같은 여러 계량 수치를 적용하여 AP 별 신호 세기 계량 수치를 산출한다. 일 예로 상기 신호 세기 계량 수치는 신호 크기 분산 값이 될 수 있다. 간섭 수치 예측부(530)는 상기 계량 수치 유도부(520)에 의해 출력되는 AP 별 신호 세기 계량 수치 (신호 크기 분산 값)를 기반으로 해당 AP에서의 간섭이 발생하였는지를 예측하고, 상기 예측에 따른 결과에 의해 간섭 검출 신호를 출력한다. 상기 간섭 검출 신호는 각 AP에서 전송되는 비컨에 대한 간섭의 정도를 나타내는 간섭 수치가 될 수 있다.
- [0101] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 무선 기기에서 연결을 시도할 최적의 AP를 선택하기 위한 제어 흐름을 보이고 있다.
- [0102] 도 6을 참조하면, 무선 기기는 복수의 AP 각각에 의해 전송되는 신호를 수신한다 (610단계). 상기 무선 기기는 복수의 AP들이 전송하는 비컨을 수신할 수 있는 영역에 위치함을 가정한다.
- [0103] 상기 무선 기기는 수신 신호로부터 비컨 정보를 추출한다 (620단계). 예컨대 상기 무선 기기는 수신 신호로부터 자신이 해독할 수 있는 데이터 프레임을 추출하고, 상기 추출한 데이터 프레임의 종류를 분석한다. 상기 무선 기기는 분석한 종류를 기반으로 데이터 프레임을 분류하고, 상기 분류에 의해 획득한 비컨 프레임으로부터 비컨 정보 (비컨 주기 정보, 비컨 전송 주체 등)를 추출한다.
- [0104] 상기 무선 기기는 도면 상에 도시하지 않았으나 간섭 발생을 감시하기 위해 AP 별 비컨 프레임의 신호 세기를 지속적으로 측정함으로써, 비컨 신호 세기 정보를 얻을 수 있다.
- [0105] 상기 무선 기기는 추출한 비컨 정보와 비컨 신호 세기 정보 중 적어도 하나를 사용하여 무선 채널 상황을 예측한다 (630). 예컨대 상기 무선 기기는 추출한 비컨 정보를 이용하여 충돌 상황을 예측하거나 비컨 신호 세기 정보를 간섭 상황을 예측한다. 그 외에 상기 무선 기기는 추출한 비컨 정보와 비컨 신호 세기 정보를 사용하여 충돌 상황 및 간섭 상황을 모두 예측할 수도 있다.
- [0106] 상기 비컨의 충돌 여부에 대한 판단을 기반으로 간섭을 예측하는 동작에 대해 설명하면, 무선 기기는 비컨 내부에 있는 비컨 주기 정보와, 두 개 이상의 연속적인 비컨으로부터 얻을 수 있는 실제 비컨 주기 정보를 이용하여, AP가 송신한 비컨 프레임의 충돌 여부를 확인한다. 상기 무선 기기는 확인에 따른 충돌 여부를 기반으로 해당 AP 또는 AP가 사용하고 있는 채널의 간섭 수치를 예상한다. 즉 상기 무선 기기는 수집된 충돌 확률 정보를 토대로, 각 AP의 간섭 정도를 확인한 후, 비교적 간섭이 덜한 AP로의 무선 통신을 권장한다.
- [0107] 무선 기기는 각 채널을 스캔하여 얻은 MAC 프레임을 획득하고, 상기 MAC 프레임 중 비컨 프레임으로부터 비컨 정보를 추출한다. 상기 무선 기기는 특정 AP의 비컨 정보를 최소 2번 이상 연속적으로 받아야 하기 때문에, 수신 안테나가 각 채널을 비컨 주기의 3배 이상 모니터링 하도록 구현하는 것이 바람직하다.
- [0108] 하기 <수학식 1>은 수신 안테나가 각 채널에 머물러야 하는 최소 시간을 정의하고 있다.

수학식 1

[0109]

$$RT_{ch} = c \times \max (BI_x, x \in S_{AP_{ch}})$$

[0110]

여기서 RT_{ch} 는 수신 안테나가 채널 ch 에 머물러야 하는 최소 시간을 의미하고, BI_x 는 AP x 가 방송하는 비컨의 주기를 의미하며, $S_{AP_{ch}}$ 는 채널 ch 를 사용하는 AP들의 집합을 의미한다.

[0111]

일반적으로 특정 AP의 비컨이 연속적으로 충돌하는 경우는 거의 발생하지 않으므로, 상수 c 값을 3으로 측정해도 상관없다. 하지만 AP를 사용하는 무선 기기의 양이 매우 많아지면, 연속적인 충돌도 가능하다. 따라서 해당 c 값의 동적인 변화가 요구된다.

[0112]

무선 기기는 MAC 프레임 중 비컨 프레임만을 확인하여, 그에 포함되어 있는 비컨 주기 정보와 비컨 전송 주체 정보를 추출한다. 상기 무선 기기는 추출한 두 정보를 기반으로 각 AP에 대한 비컨 도착 시간 정보와 주기 정보를 테이블 형식으로 정리하여 지속적으로 수집한다.

[0113]

상기 무선 기기는 주변에 있는 모든 AP들에 대한 비컨 도착시간 정보가 각각 두 개 이상 수집되었을 경우, 모든 AP들에 대한 정보 테이블을 주기 오차를 검출하도록 설정하는 플래그 (flag)를 켜 한다. 이 때 무선 기기의 서비스나 사용자가 간섭 여부를 최대한 빠른 시간 내에 원할 경우, 플래그가 세워짐과 동시에 위 정보가 주기 오차 검출을 위해 바로 사용될 수 있도록 한다. 그렇지 않은 경우에는 최대한 많은 데이터를 모아 무선 채널 상태 감지의 정확성을 높일 수 있도록 한다. 이는 신뢰성이 높은 충돌 확률을 구할 수 있게 한다.

[0114]

무선 기기는 각 AP들의 정보 테이블을 기반으로 비컨 내부에 있는 비컨 주기 정보에 비해 실제 주기가 얼마나 늘어났거나 감소하였는지를 파악한다. 각 AP에서 얻은 비컨의 개수가 많으면 많을수록 주기 오차의 개수도 늘어날 것이다. 상기 무선 기기는 수집된 주기 오차의 모음을 기반으로, 각 AP의 주기 오차 값을 $BI_{actual} - BI_{beacon}$ 로 입력하여 결과 값을 얻는다.

[0115]

만약 해당 결과 값이 α 값에 가깝다면, 무선 기기는 충돌로 인해 유실된 비컨 프레임이 존재하지 않는다고 판단한다. 하지만 결과 값이 $BI_x + \alpha$ 값과 유사하거나 크다면, 상기 무선 기기는 하나 이상의 충돌이 발생했음을 예상할 수 있다. 이러한 비교 분석을 토대로, 상기 무선 기기는 특정 시간 동안의 비컨 충돌 개수를 계산한다.

[0116]

하기 <수학식 2>는 충돌 확률을 계산하기 위한 일 예를 정의하고 있다.

수학식 2

[0117]

$$P_{collision} = \frac{N_{collision}}{EN_{beacon}}$$

[0118]

여기서 $N_{collision}$ 은 충돌한 비컨의 개수이고, EN_{beacon} 은 해당 AP로부터 받아야 할 비컨 개수의 예상 수치이다. 상기 예상 수치는 비컨 주기와 각 채널에 대한 스캐닝을 위해 사용한 총 시간 값을 이용하면 간단하게 예측할 수 있다.

[0119]

상기 무선 기기는 <수학식 2>에 의해 획득한 충돌 확률을 토대로, 해당 AP의 간섭 정도를 예측할 수 있다. 즉, 무선 기기는 충돌이 많으면 많을수록, 해당 AP 또는 AP가 사용하고 있는 채널에 많은 단말기들이 송신을 시도함을 예측할 수 있다. 또한 상기 무선 기기는 충돌 확률을 토대로, 해당 AP의 간섭 상황을 판별할 수도 있다.

[0120]

예컨대 상기 무선 기기는 충돌이 많으면 많을수록, 해당 AP 또는 AP가 사용하고 있는 채널에 많은 단말기들이 송신을 시도한다는 것을 예측할 수 있다. 이렇게 충돌 상황이 빈번하게 발생하는 무선 채널에서는 좋은 네트워크 효율을 기대하기 어렵다. 따라서 무선 기기는 해당 채널을 사용하는 AP에 연결하지 않는 것이 좋다. 즉, 무선 기기는 충돌 확률이 가장 낮고, 거리에 비례하는 신호 크기가 원만한 AP로의 연결을 시도하는 것이 바람직하다. 일 예로 무선 트래픽이 가장 여유로운 AP로의 연결을 유도할 수 있는 좋은 척도가 될 수 있다.

- [0121] 도 9는 본 발명에서 제안하는 방안의 유효성을 검증하기 위한 실험 환경을 보이고 있다.
- [0122] 도 9에서 보이고 있는 실험에는 총 1개의 AP와, 10개의 스마트 폰, 4개의 노트북이 사용되었다. 이 중 총 14개의 기기들은 AP를 통해 WIFI 전송 (iperf)을 진행하였다. 본 실험에서 얻고자 하는 결과는 비컨의 충돌 비율과 해당 AP를 통한 통신 트래픽의 충돌 비율 (간섭)이다.
- [0123] 제안된 실시 예에 대한 정확도는 비컨의 충돌 비율과 해당 AP를 통한 통신 트래픽의 충돌 비율의 관계가 명확할수록 높다고 할 수 있다. 앞에서 정의된 15개 기기를 제외한 하나의 노트북은 에어피캡 (Aircap)이 장착되어 해당 AP로부터의 무선 통신을 모두 수집하였으며, WIFI 전송 (iperf)을 통해 통신하는 클라이언트 (client)와 서버 (server) 묶음을 객체 (pair)이라 정의하였다. 각 객체는 30Mbps의 사용자 데이터그램 프로토콜 (UDP: user datagram protocol) 통신을 진행하였다.
- [0124] 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 실험의 결과 그래프를 보이고 있다.
- [0125] 도 10에서 보이고 있는 실험 결과를 살펴보면, 통신 객체의 양이 많을수록 네트워크 품질이 점차 떨어지는 경향을 보임을 알 수 있다. 또한 통신 객체가 많을수록 수집된 비컨의 개수가 수집된 AP전체 통신 프레임의 개수와 유사하게 줄어들음을 확인할 수 있다. 두 감소의 경향은 매우 비슷하며, pair 0을 제외한 나머지 데이터에 대해 비컨 수집 개수와 프레임 수집 개수 간의 관계는 상관 계수 (correlation coefficient)로 나타낼 수 있다. 이때 상관 계수는 무려 0.89라는 높은 값을 지님을 확인할 수 있었다.
- [0126] 상관 계수가 0에 가까울수록 두 변수 집합은 관계성이 없고, 상관 계수가 1에 가까울수록 그 관계성이 매우 높음을 알 수 있는데, 두 관계가 1에 매우 근접함을 해당 실험을 통해 확인할 수 있었다.
- [0127] 상기 비컨의 신호 세기 계량 수치를 이용하여 간섭을 예측하는 동작에 대해 설명하면, 비컨도 타 데이터 프레임과 마찬가지로 CSMA/CA가 적용이 되어 백-오프 시간을 기반으로 전송이 이루어진다. 하지만 비컨은 재전송의 개념이 없기 때문에 백-오프 시간을 설정하는 CW의 크기가 매우 한정적일 수밖에 없다. 또한 해당 채널을 사용하는 송수신기의 개수가 많으면 많을수록, 같은 무선 상에 존재하는 두 개 이상의 무선 기기들이 동시에 전송할 가능성도 높아진다.
- [0128] 따라서 서로 가까운 거리에 있는 송신기들이 동시에 신호 전송을 시도하거나 하나의 수신기를 대상으로 복수의 송신기들이 동시에 신호를 전송함으로 인해, 간섭이 발생할 수 있다. 상기 간섭이 발생할 경우, 대개 충돌이 발생하거나 프레임을 수신할 시 측정되는 신호 크기가 증폭될 수 있다.
- [0129] 상기 충돌이 발생할 정도로 무선 기기들이 가깝게 위치하면, 해당 비컨을 읽지 못한다. 하지만 어느 정도 서로 거리가 있어 비컨을 읽을 수 있을 정도의 SINR이 성립될 경우에는 RSSI값이 평상 시보다 상승하는 경향을 확인할 수 있다.
- [0130] 제안하는 실시 예에서는 신호 특성에 근거하여 특정 AP 혹은 채널의 간섭 정도를 확인하여 향후 연결할 타깃 AP의 무선 품질을 예측할 수 있도록 한다.
- [0131] 이를 위해 무선 기기는 수신 안테나를 통해 외부로부터 수신되는 신호를 감지하고 해독한다. 일반적으로 프레임 전송 성공 여부를 결정하는 SINR의 임계 값 수치는 신호의 전송을 위해 사용된 변조 기법에 따라 상이할 수 있다. 상기 무선 기기는 수신 신호의 SINR이 임계 값 수치 이상이면, 해당 수신 신호는 프레임으로 해독이 가능하다고 판단할 수 있다. 상기 무선 기기는 해독된 프레임과 각 프레임을 받았을 때의 신호 크기 정보를 획득한다.
- [0132] 하기 <수학식 3>은 신호 크기를 정의하는 일 예이다.

수학식 3

- [0133]
$$RSSI = S + I + N$$
- [0134] 여기서 $RSSI$ 는 프레임을 전송 받았을 때의 신호 크기를 의미하며, S 는 해당 프레임을 전송한 주체로부터의 신호 크기이고, I 는 프레임을 전송한 주체가 아니더라도 같은 시간 내에 전파를 보낸 타 통신 기기나 간섭자들로부터 얻은 총 신호 크기를 의미하며, N 은 사용되고 있는 무선 채널의 잡음을 뜻한다.
- [0135] 실제로 SINR을 구하는 공식의 분자는 $RSSI$ 가 아닌 I 이며, 분모는 I 와 N 을 더한 값이다. 여기서 $RSSI$ 는 특정 프레

임을 받을 때 수신 안테나 측에서 측정하는 실제 전력 크기이다.

[0136] 상기 무선 기기는 프레임과 측정된 신호 크기 정보를 기반으로 해당 프레임이 비컨 프레임인지를 파악한다. 상기 무선 기기는 해당 프레임으로부터 추출한 비컨 프레임과 그에 해당된 신호 크기를 자신의 버퍼에 축적한다. 상기 무선 기기는 추출한 비컨 프레임의 헤더 부분에 있는 송신AP의 신원 정보를 파악하여 각 AP에 해당되는 비컨들의 신호 크기를 지속적으로 추출한다.

[0137] 상기 무선 기기는 사용자나 단말기 자체가 지능적으로 주변 AP들의 간섭 정도를 판별할 수 있는 정보를 필요로 하면, 관리되고 있는 모든 AP들에 대한 신호 크기 측정 정보를 기반으로 계량 수치를 추출한다. 상기 계량 수치는 각 AP로부터 받은 여러 비컨들의 신호 크기들의 계량수치이다. 여기서 계량수치는 제공받은 신호 크기 측정 정보를 토대로 특정 공식 등을 이용해 계산된 수치를 의미한다. 일 예로 무선 기기는 상황에 따라 총 세 가지의 계량 수치를 계산할 수 있다.

[0138] 상기 무선 기기는 신호 크기의 평균, 분산, 간섭 수치 초과 비율과 같은 계량 수치를 이용하여 주변 AP들의 무선 네트워크 품질 순번을 해당 계량 수치의 크기를 이용하여 정리한다. 이와 같은 정보는 WLAN에 연결 혹은 핸드오버할 때 매우 유용하다.

[0139] 앞에서 정의한 계량 수치 각각을 이용한 간섭 수치를 예측하는 것에 대해 자세히 설명하면 아래와 같다.

[0140] (1) 신호크기의 평균

[0141] 만약 간섭이 없을 때에 수신 신호의 크기를 예측할 수 있다면, 특정 시간 동안에 받은 평균 신호 크기와 간섭이 없을 때의 해당 신호의 크기 간의 차를 통해 해당 AP의 혼잡 상황은 하기 <수학식 4>에 의해 가늠할 수 있다.

수학식 4

[0142] $S_{AP} = RSSI - I - N$

[0143] $AVG_{RSSI} > S_{AP} + N$

[0144] 여기서 AVG_{RSSI} 는 지금까지 수집된 $RSSI$ 들의 평균 신호 크기를 의미하고, S_{AP} 는 비컨 신호를 송신한 AP로부터 받은 신호의 크기를 의미한다.

[0145] 이는 앞서 설명된 것과 같이 그 시간에 받은 신호 크기에서 간섭 신호 크기와 채널 잡음을 걸러낸 값이다.

[0146] 만약 무선 기기가 자신이 받은 프레임에 대한 신호 크기를 따로 추출할 수 있다면, 상기 <수학식 4>를 통해 비컨을 보낸 AP의 혼잡 상황을 가늠할 수 있다. 만약 N 값을 추출하기 어렵다면, 잡음은 0으로 가정할 수 있다. 그 이유는 AVG_{RSSI} 의 값이 크면 클수록, 상대적으로 많은 송신기들이 존재한다는 것을 암시하기 때문이다.

[0147] 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 사실을 입증하기 위한 실험 환경 및 결과를 보이고 있다.

[0148] 도 11에서 보이고 있는 환경에서의 실험은 ns2를 통해 진행하였다. 이때 5개의 노드는 500 바이트 크기의 constant bit rate (CBR) 트래픽을 일정 주기에 한 번씩 나머지 5개의 노드로 송신하며, 네트워크 현실성을 반영하기 위해 모든 송신기들의 CBR 트래픽 생성의 주기를 조금씩 다르게 설정하였다.

[0149] 도 11에서 오른쪽에 위치한 그래프를 보면, 무선 기기가 하나씩 늘어남에 따라 평균 신호 크기(dBm)가 상승함을 확인할 수가 있다. 해당 신호 크기는 제일 송수신을 먼저 시작한 pair 1의 수신 노드로부터 추출하였으며, 그래프의 x축이 1이 되는 시점에서의 dBm값이 상기 <수학식 4>의 S_{AP} 임을 쉽게 알 수 있다. 이러한 S_{AP} 를 기준으로 송수신 기기의 개수가 늘어날수록, 평균 신호 크기인 AVG_{RSSI} 가 늘어남을 확인할 수 있다. 또한 송신 기기의 개수, 즉 해당 AP 또는 채널의 간섭 정도가 평균 신호 크기에 비례함을 확인할 수 있다.

[0150] (2) 신호 크기의 분산

[0151] 상술한 바에 따른 신호 크기의 평균은 채널의 간섭 정도와 상당한 비례 관계를 보인다. 하지만, 무선 기기가 간섭과 잡음 수치를 제거한 신호 크기를 추출할 수 없는 경우도 존재한다. 이런 경우, 기존의 S_{AP} 값을 알지 못해

AVG_{RSSI} 가 대변하는 간섭 수치를 예측하기 어렵기 때문에 다른 계량 수치가 필요하다.

[0152] 제안된 실시 예에서는 이를 위해 신호 크기의 분산, 즉 분산을 통한 혼잡 상황을 모니터링 하는 기법을 제안한다.

[0153] 하기 <수학식 5>는 신호 크기의 분산과 AP의 간섭 수치 간의 비례 관계를 보이고 있는 예이다.

수학식 5

[0154] $T_{\text{density}} \propto \text{Var}(S_{\text{signal}} | RSSI_t \in S_{\text{signal}})$

[0155] 여기서 T_{density} 는 AP의 간섭 수치를 가늠하는 현재 AP의 변잡함을 의미하고, S_{signal} 은 현재까지 모아둔 신호 크기의 집합을 의미하며, $RSSI_t$ 는 시간 't'때 측정된 잡음과 간섭 수치와 비컨 신호 크기가 모두 포함된 총 신호 크기를 의미한다.

[0156] $\text{Var}(\cdot)$ 는 괄호 내부에 있는 값들의 표준 편차의 제곱 값인 변화를 의미하며, 신호 크기의 분산 함수(probability distribution function)를 표현하는 방법 중에 하나이다. 제안된 실시 예에서는 실험 결과를 쉽게 도시화하기 위해 각 AP의 수집된 신호 크기들의 분산 함수를 변화로 표현하였다.

[0157] 상기 <수학식 5>를 기반으로, AP 또는 채널의 무선 품질과 해당 비컨의 신호 분산과의 비례적인 관계를 확인할 수 있다.

[0158] 도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 유효성 검증 실험의 환경을 보이고 있다.

[0159] 도 12에서 보이고 있는 환경의 실험에서는 1개의 AP와, 10개의 스마트 폰, 4개의 노트북이 사용되었다. 상기 실험에 사용된 14개의 기기들은 AP를 통해 iperf 통신을 수행하도록 하였다. 이 경우 신호 크기의 분산이 크면 클수록 간섭이 자주 발생하여 해당 AP에서 통신되는 전체 트래픽의 총량이 조금씩 감소하는 경향을 보여야 한다.

[0160] 도 13은 신호 크기의 분산이 크면 클수록 간섭이 자주 발생하여 해당 AP에서 통신되는 전체 트래픽의 총량이 조금씩 감소하는 실험 결과를 보이고 있다.

[0161] 도 13에서 보이고 있는 실험 결과에서는 통신하는 객체 (pair)의 개수가 많아질수록 전체 포화 처리량(saturated throughput)이 저하됨을 확인할 수 있다. 또한 해당 두 변수 집합의 상관 계수(correlation coefficient)가 -0.7이라는 것은 두 변수(신호크기 분산과 간섭수치/트래픽 량)의 연관성이 매우 뚜렷하다는 것을 알려준다.

[0162] (3) 간섭 수치 초과 비율

[0163] ?비컨의 신호 크기를 이용해 해당 AP의 혼잡 정도를 가늠할 수 있는 또 한 가지 방법은 바로 간섭 수치의 임계 값을 초월하는 비율을 하기 <수학식 6>과 하기 <수학식 7>에 의해 계산하는 것이다.

수학식 6

[0164] $T_{\text{density}} \propto P_{\text{excess}}$

수학식 7

[0165]
$$P_{\text{excess}} = \frac{N(RSSI_t | RSSI_t > \alpha, t \leq t_{\text{cur}})}{N(RSSI_t | t \leq t_{\text{cur}})}$$

[0166] 여기서 $N(\cdot)$ 은 괄호 내부에서 나타내는 객체의 개수를 의미하고, P_{excess} 는 간섭수치 초과 확률/비율을 의미하며, 본 비율은 현재까지 수집된 신호 크기의 개수 중에 신호 크기가 한정 값인 α 를 초월한 비율을 뜻한다.

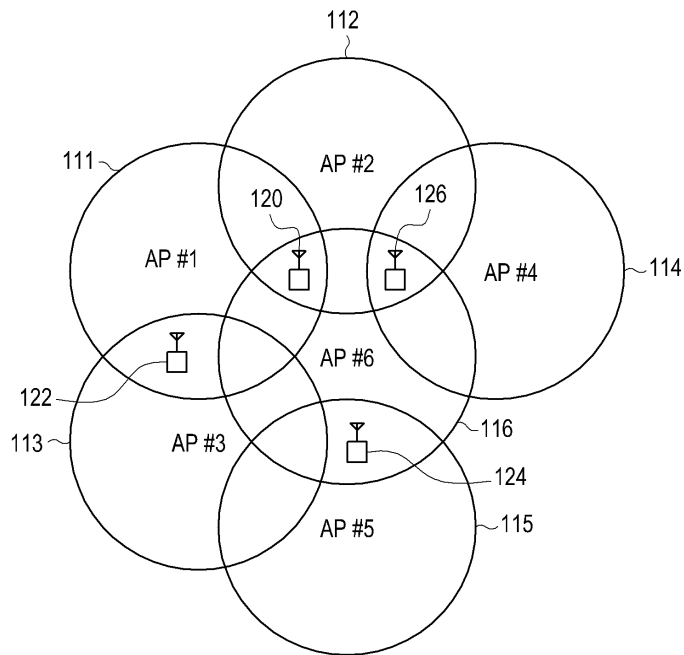
- [0167] 무선 기기에서의 총 신호 크기에서 비컨 수신 신호 크기를 추출할 수 있는지의 여부에 따라 α 를 구하는 방법이 다르다.
- [0168] 만약 비컨의 수신 신호 크기를 정확하게 추출할 수 있는 무선 기기의 경우, 최근에 추출된 비컨의 신호 크기 값에 약간의 오차 값인 β 를 더한 값을 α 로 지정하거나 여태까지 추출된 비컨의 신호 크기의 평균 값에 β 를 더하면 된다. 하지만 신호 크기를 추출하기 어려운 환경의 경우, 여태까지 추출된 RSSI 중에 가장 낮은 수치 혹은 가장 낮은 θ 개의 RSSI를 평균한 값을 α 로 정의하면 된다.
- [0169] 도 14는 본 발명이 실시 예에 따른 비율과 AP의 간섭 수치 간 비례 관계를 확인할 수 있는 실험 결과를 보이고 있다. 도 14에서의 실험 결과를 얻기 위한 실험 환경은 도 11의 표현과 동일하다.
- [0170] 도 14에서 보이고 있는 실험 결과를 얻기 위해 정의된 α 는 기록된 신호 크기 중 가장 낮은 수치를 나타내고, 나머지 환경은 이전 실험들과 동일하다. 도 14에서의 실험 결과에 따르면, 송수신기의 개수가 많아질수록 간섭 수치를 초과하는 신호 크기의 비율이 커짐을 확인할 수 있다.
- [0171] 앞서 언급한 계량 수치 이외에 수신한 프레임들의 RSSI 값들의 통계에 기반을 둔 어떠한 계량 수치도 본 발명을 통해 AP 또는 채널의 혼잡 상황을 예측하는데 활용될 수 있다. 이러한 계량 수치들을 토대로 AP 간섭수치 예측부는 모든 AP들의 신호 크기 계량 수치의 높낮이를 토대로 해당 AP의 무선 품질을 유추할 수 있고, 대부분의 단말기 사용자가 원하는 정보는 주변 AP들 중 최적의 무선 성능을 제공할 수 있는 AP에 대한 정보이기 때문에 계량 수치가 가장 최적화된 AP를 선택하여 사용자 단말기에게 제공할 수 있다. 즉, 신호 평균의 경우에는 AVG_{RSSI} 가 가장 $S+N$ 에 가까운 AP를 추천하면 되고, 신호 분산의 경우에는 변화가 가장 낮은 AP를 추천하면 되며, 한 정 해제 비율의 경우에는 P_{excess} 가 가장 낮은 AP를 추천하면 된다.
- [0172] 마지막으로 간섭 예측을 기반으로 최적의 AP를 선택하는 동작에 대해 설명하면, 간섭을 예측하는데 사용되는 각종 변수에 대한 설명과 이에 대한 활용을 묘사한 것이다. 제안된 실시 예에서는 최적의 AP를 선택하기 위한 방안을 마련하는 것이다.
- [0173] 예를 들어 비컨 충돌을 이용한 간섭 예측 기법의 경우, 계산된 충돌 비율 중 가장 낮은 충돌 비율을 가진 AP를 선택할 수 있고, 신호 분산을 이용할 경우에는 분산을 야기하는 간섭 수치가 가장 낮은 통신을 이용하기 위해 가장 분산 수치가 낮은 AP를 선택한다.
- [0174] 앞서 언급된 것처럼 제안된 실시 예에서는 무선 링크 상황에 따라 두 간섭 기법을 혼용해서 사용하거나 둘 중 하나만 사용하게 되는데, 이를 제외하고 한 가지 더 고려해야 할 부분이 있다. 이는 연결의 지연 시간에 관한 문제인데, 사용자가 무선 품질보다는 무선을 최대한 빨리 이용하고 싶은 것에 더 높은 우선 순위를 둘 경우, 간섭 예측은 모두 한번 이상의 스캐닝을 요구한다. 따라서 이를 실행하면 사용자의 만족도가 매우 떨어질 경향이 크다. 이러한 사용자의 경향을 고려한 세세한 연결 기법에 대한 설명은 다음과 같다.
- [0175] 첫 번째로 지연 시간을 최우선으로 하는 사용자의 경우: 앞서 제안한 간섭 예측 기법을 기반으로 한 연결을 회피하고 가장 신호 세기가 높은 AP로 우선 연결한다. 그 후에 사용자가 무선 네트워크 사용을 멈하게 할 때 틱틈이 스캐닝을 지연하여 간섭 예측을 위해 필요한 여러 정보들을 규합한 다음, 적당량의 정보가 모였을 때 이를 이용하여 최적의 AP로 다시 연결한다. 이 때에도 사용자가 무선 네트워크를 사용하고 있는지를 확인하고 진행해야 한다.
- [0176] 두 번째로 전송 속도를 최우선으로 하는 사용자의 경우: 이는 사용자가 어느 정도의 지연 시간을 감내할 수 있는 경우를 말한다. 이 때에는 간섭 예측의 정확도를 높이기 위해 수집하는 정보의 양을 최대화 (사용자가 인내할 수 있는 지연시간을 기반으로 진행)하여 최소의 간섭 수치를 지니는 AP로 연결을 진행한다.
- [0177] 세 번째로 연결된 AP에 대한 품질 측정을 지속하는 사용자의 경우: AP가 담당하는 무선 데이터의 양은 시시각각 변하기 때문에 특정 시간 내에는 사용자가 원하는 만큼의 품질이 제공되지 않을 수도 있다. 이 때를 대비하여 AP가 제공할 수 있는 무선 가용량이 단말기의 사용량보다 클 때 틱틈이 스캐닝을 진행하여 정보를 축적하고, 사용자의 품질 만족도가 어느 정도 수준 이하로 떨어졌을 때 타 AP로 핸드오버 하는 형식으로 진행할 수 있다. 여기서 핸드오버란 AP의 변경을 뜻하며, 원활한 통신을 위한 Mobile IP나 터널링 (Tunneling) 기술을 포함할 수도 있다.

[0178]

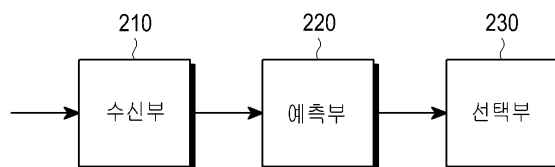
한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허 청구의 범위뿐만 아니라 이 특허 청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

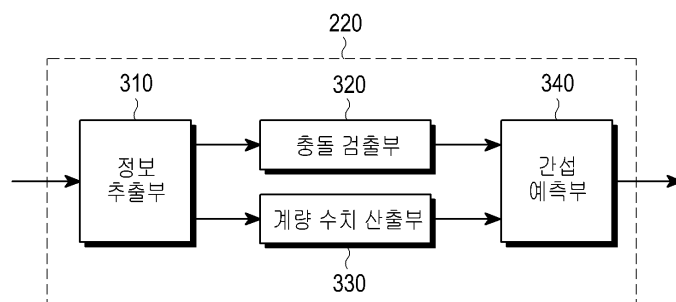
도면1



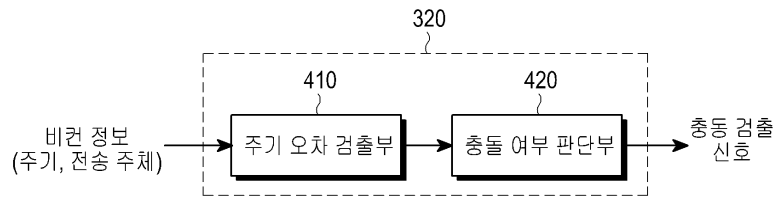
도면2



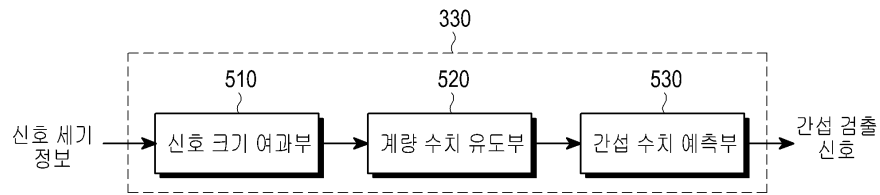
도면3



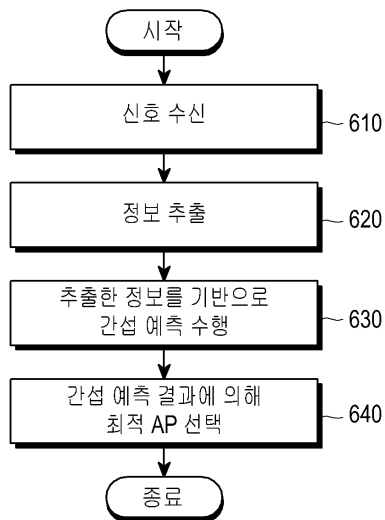
도면4



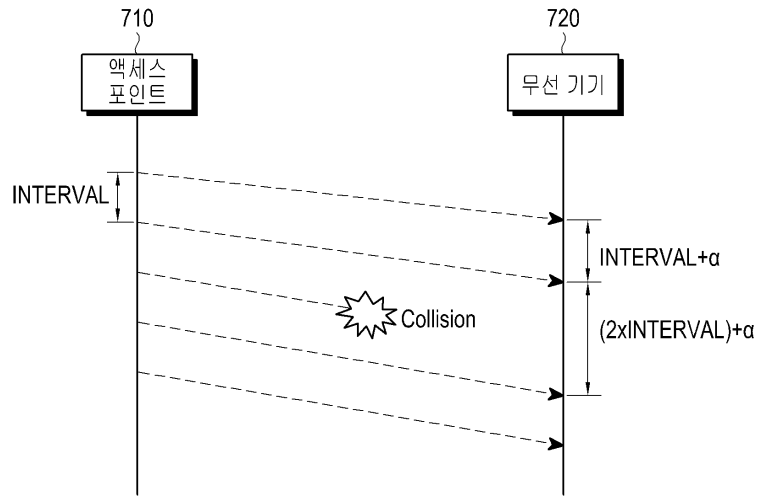
도면5



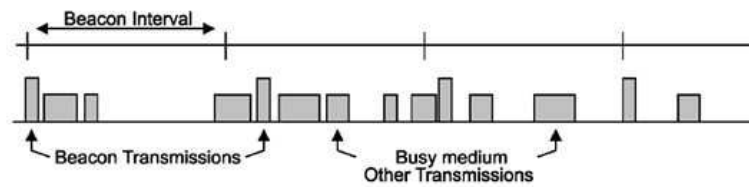
도면6



도면7



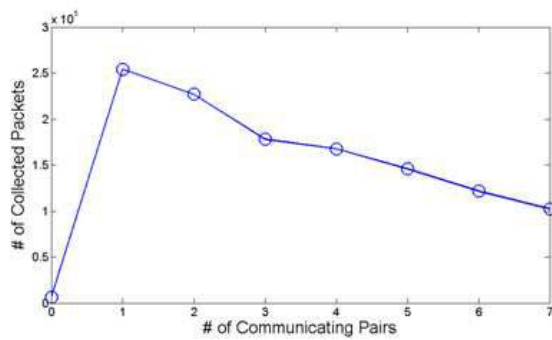
도면8



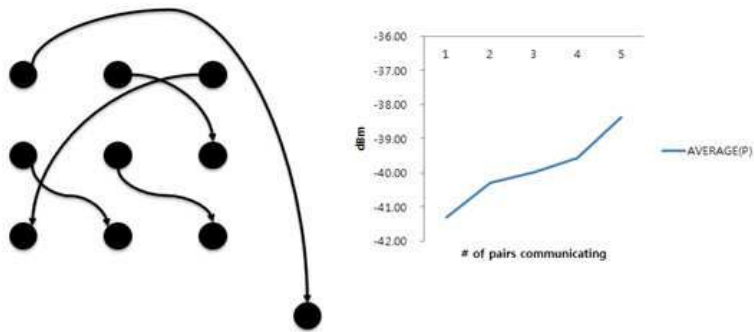
도면9



도면10



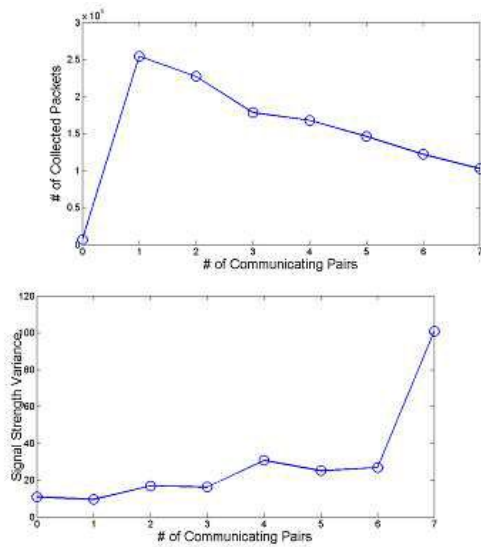
도면11



도면12



도면13



도면14

