(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0002154
(43) 공개일자 2020년01월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 36/00 (2009.01) *H04W 36/08* (2009.01)
H04W 36/30 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 36/0085 (2018.08)
H04W 36/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0075345
(22) 출원일자 2018년06월29일
심사청구일자 2018년06월29일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
소재우
서울특별시 마포구 백범로 35, R관 709호
(74) 대리인
특허법인충현

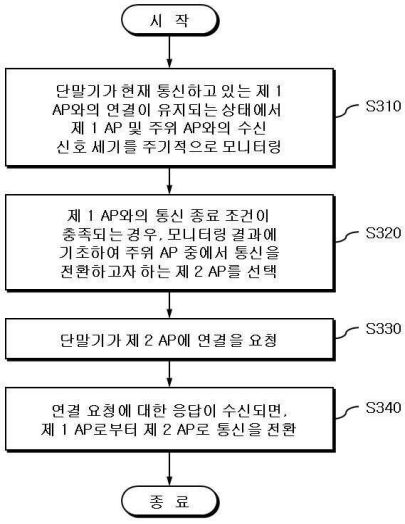
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **무선 통신의 핸드오프 방법 및 그 방법에 따른 장치**

(57) 요 약

본 발명은 단말기가 하나의 액세스 포인트(access point, AP)로부터 다른 액세스 포인트로 통신을 전환하는 핸드오프(handoff) 기술에 관한 것으로, 단말기가 현재 통신하고 있는 제 1 액세스 포인트와의 연결이 유지되는 상태에서 제 1 액세스 포인트 및 주위 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 주기적으로 모니터링(monitoring)하고, 제 1 액세스 포인트와의 통신 종료에 관해 미리 설정된 조건이 충족되는 경우 모니터링 결과에 기초하여 주위 액세스 포인트 중에서 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하고, 선택된 제 2 액세스 포인트에 연결을 요청하며, 연결 요청에 대한 응답이 수신되면 단말기가 제 1 액세스 포인트로부터 제 2 액세스 포인트로 통신을 전환한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
H04W 36/30 (2018.08)

명 세 서

청구범위

청구항 1

(a) 단말기가 현재 통신하고 있는 제 1 액세스 포인트(access point, AP)와의 연결이 유지되는 상태에서 상기 제 1 액세스 포인트 및 주위 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 주기적으로 모니터링(monitoring)하는 단계;

(b) 상기 제 1 액세스 포인트와의 통신 종료에 관해 미리 설정된 조건이 충족되는 경우, 상기 단말기가 모니터링 결과에 기초하여 상기 주위 액세스 포인트 중에서 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하는 단계;

(c) 상기 단말기가 선택된 상기 제 2 액세스 포인트에 연결을 요청하는 단계; 및

(d) 상기 연결 요청에 대한 응답이 수신되면, 상기 단말기가 상기 제 1 액세스 포인트로부터 상기 제 2 액세스 포인트로 통신을 전환하는 단계를 포함하는 무선 통신의 핸드오프(handoff) 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 (a) 단계는,

단말기가 주위 액세스 포인트로부터 RSSI(received signal strength indicator) 변화에 따른 이벤트를 수신하거나, 또는 타이머(timer)를 이용해 주기적으로 상기 제 1 액세스 포인트의 수신 신호 세기를 측정하는 무선 통신의 핸드오프 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

(b1) 상기 제 1 액세스 포인트로부터의 수신 신호 세기가 신호 임계값보다 작은 제 1 조건 및 상기 단말기와 상기 제 1 액세스 포인트 간의 거리가 거리 임계값보다 큰 제 2 조건 중 적어도 하나 또는 둘의 조합이 충족되는 경우, 상기 제 1 액세스 포인트와의 통신 유지가 어렵다고 판단하는 단계를 포함하는 무선 통신의 핸드오프 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

(b2) 상기 단말기가 모니터링 결과로부터 상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기를 기준으로 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하는 단계를 포함하는 무선 통신의 핸드오프 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 (b2) 단계는,

상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기가 가장 큰 값과 현재 연결된 제 1 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 비교하여 그 차이가 효율 임계값보다 큰 경우, 상기 수신 신호 세기가 가장 큰 값에 해당하는 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택하는 것을 특징으로 하는 무선 통신의 핸드오프 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 (b2) 단계는,

상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기가 가장 큰 값 2개의 차이가 비교 임계값보다 작은 경우, 이에 해당하는 2개의 액세스 포인트들의 수신 신호 세기의 변화율로부터 최근의 수신 신호 세기에 상대적으로 높은 가중치를 부여하여 최우선순위를 갖는 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택하는 것을 특징으로 하는 무선 통신의 핸드오프 방법.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

(b3) GPS 정보 및 회전각에 기초하여 상기 주위 액세스 포인트 중에서 상기 단말기가 대향하는 후보 액세스 포인트를 선택하고, 상기 단말기와 선택된 상기 후보 액세스 포인트와의 거리를 산출하며, 산출된 거리가 상기 단말기와 상기 제 1 액세스 포인트와의 거리보다 작은 값에 해당하는 액세스 포인트를 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트로 선택하는 단계를 포함하는 무선 통신의 핸드오프 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 (b3) 단계는,

시간의 흐름에 따라 상기 단말기와 상기 후보 액세스 포인트 간의 거리의 변화를 고려하되, 상기 단말기와 멀어질수록 상대적으로 낮은 가중치를 부여하여 최우선순위를 갖는 후보 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택하는 것을 특징으로 하는 무선 통신의 핸드오프 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

상기 단말기가 상기 제 2 액세스 포인트에 유니캐스트(unicast) 방식으로 연결을 요청하는 것을 특징으로 하는 무선 통신의 핸드오프 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 단말기 및 상기 액세스 포인트는

IEEE 802.11 규격에 따르는 것을 특징으로 하는 무선 통신의 핸드오프 방법.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 12

액세스 포인트(access point, AP)와의 핸드오프(handoff)를 수행하는 단말기에 있어서,

Wi-Fi 프로토콜에 따라 액세스 포인트와 통신하는 통신부;

상기 통신부를 통해 수신된 수신 신호 세기에 기초하여 액세스 포인트와의 통신을 수립하는 프로그램을 저장하는 메모리; 및

상기 프로그램을 구동하여 액세스 포인트 간의 핸드오프를 수행하는 프로세서를 포함하되,

상기 메모리에 저장된 프로그램은,

단말기가 현재 통신하고 있는 제 1 액세스 포인트(access point, AP)와의 연결이 유지되는 상태에서 상기 제 1 액세스 포인트 및 주위 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 주기적으로 모니터링(monitoring)하고,

상기 제 1 액세스 포인트와의 통신 종료에 관해 미리 설정된 조건이 충족되는 경우, 상기 단말기가 모니터링 결과에 기초하여 상기 주위 액세스 포인트 중에서 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하고,

상기 단말기가 선택된 상기 제 2 액세스 포인트에 연결을 요청하며,

상기 연결 요청에 대한 응답이 수신되면, 상기 단말기가 상기 제 1 액세스 포인트로부터 상기 제 2 액세스 포인트로 통신을 전환하는 명령어를 포함하는 단말기.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 메모리에 저장된 프로그램은,

단말기가 주위 액세스 포인트로부터 RSSI(received signal strength indicator) 변화에 따른 이벤트를 수신하거나, 또는 타이머(timer)를 이용해 주기적으로 상기 제 1 액세스 포인트의 수신 신호 세기를 측정하는 것을 특징으로 하는 단말기.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 메모리에 저장된 프로그램은,

상기 제 1 액세스 포인트로부터의 수신 신호 세기가 신호 임계값보다 작은 제 1 조건 및 상기 단말기와 상기 제 1 액세스 포인트 간의 거리가 거리 임계값보다 큰 제 2 조건 중 적어도 하나 또는 둘의 조합이 충족되는 경우, 상기 제 1 액세스 포인트와의 통신 유지가 어렵다고 판단하는 것을 특징으로 하는 단말기.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 메모리에 저장된 프로그램은,

상기 단말기가 모니터링 결과로부터 상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기를 기준으로 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하는 것을 특징으로 하는 단말기.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 메모리에 저장된 프로그램은,

상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기가 가장 큰 값과 현재 연결된 제 1 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 비교하여 그 차이가 효율 임계값보다 큰 경우, 상기 수신 신호 세기가 가장 큰 값에 해당하는 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택하는 것을 특징으로 하는 단말기.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 메모리에 저장된 프로그램은,

상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기가 가장 큰 값 2개의 차이가 비교 임계값보다 작은 경우, 이에 해당하는 2개의 액세스 포인트들의 수신 신호 세기의 변화율로부터 최근의 수신 신호 세기에 상대적으로 높은 가중치를 부여하여 최우선순위를 갖는 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택하는 것을 특징으로 하는 단말기.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

GPS 정보를 수신하는 GPS 수신부; 및

회전을 감지하는 가속도 센서를 더 포함하되,

상기 메모리에 저장된 프로그램은,

GPS 정보 및 회전각에 기초하여 상기 주위 액세스 포인트 중에서 상기 단말기가 대향하는 후보 액세스 포인트를 선택하고, 상기 단말기와 선택된 상기 후보 액세스 포인트와의 거리를 산출하며, 산출된 거리가 상기 단말기와 상기 제 1 액세스 포인트와의 거리보다 작은 값에 해당하는 액세스 포인트를 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트로 선택하는 것을 특징으로 하는 단말기.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 메모리에 저장된 프로그램은,

시간의 흐름에 따라 상기 단말기와 상기 후보 액세스 포인트 간의 거리의 변화를 고려하되, 상기 단말기와 멀어질수록 상대적으로 낮은 가중치를 부여하여 최우선순위를 갖는 후보 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택하는 것을 특징으로 하는 단말기.

청구항 20

제 12 항에 있어서,

상기 메모리에 저장된 프로그램은,

상기 단말기가 상기 제 2 액세스 포인트에 유니캐스트(unicast) 방식으로 연결을 요청하는 것을 특징으로 하는 단말기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무선 통신을 통해 연결되는 단말기와 액세스 포인트(access point, AP) 간의 통신 기술에 관한 것으로, 특히 하나의 액세스 포인트로부터 다른 액세스 포인트로 통신을 전환하는 핸드오프를 고속으로 수행하는 방법 및 그 방법에 따른 단말기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] IEEE 802.11 표준에 따른 Wi-Fi 핸드오프 과정은 채널 검색 과정(Scanning phase), 인증 과정(Authentication phase), 연결 과정(Association phase)으로 구성된다. 이 중에서 새로운 AP를 검색하는 채널 검색 과정에서 사용자 스마트폰은 모든 Wi-Fi 채널을 검색하는데, 주변 채널 환경에 따라 이러한 검색 과정을 반복적으로 수행함으로 인해 핸드오프 시간이 급격히 증가하는 문제가 발생한다.

[0003] 많은 연구자들에 의해 Wi-Fi 핸드오프 지연 시간을 감소시키기 위한 다양한 변형된 방식들이 제안되었으나, 규격으로 채택되어 통신 기기들에 적용된 Wi-Fi 프로토콜의 변경을 요구하는 경우가 많아 현재 시장에서 널리 활용되고 있는 상용 무선 디바이스에 즉시 적용하기에는 무리가 따른다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0004] (비특허문헌 0001) A. Mishra, M. Shin, and W. Arbaugh, "An empirical analysis of the IEEE 802.11 MAC layer handoff process," ACM SIGCOMM Comput. Commun. Rev., vol. 33, no. 2, pp. 93-102, Apr. 2003.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 종래의 Wi-Fi 핸드오프 기술에서는 이전 액세스 포인트와의 통신이 단절된 후에 새로운 액세스 포인트를 검색하여 연결하게 됨으로써 통신 단절 시점으로부터 새로운 액세스 포인트를 검색하여 통신을 수립하는데 많은 시간이 소요됨으로써 사용자의 지연 체감이 길어지는 불편을 해소하고, 이러한 Wi-Fi 핸드오프 지연 시간을 감소시키기 위한 제시된 기술들이 표준 Wi-Fi 프로토콜의 변경을 요구하고 있어 현재 상용 디바이스에 적용하기 어려운 한계를 극복하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신의 핸드오프(handoff) 방법은, (a) 단말기가 현재 통신하고 있는 제 1 액세스 포인트(access point, AP)와의 연결이 유지되는 상태에서 상기 제 1 액세스 포인트 및 주위 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 주기적으로 모니터링(monitoring)하는 단계; (b) 상기 제 1 액세스 포인트와의 통신 종료에 관해 미리 설정된 조건이 충족되는 경우, 상기 단말기가 모니터링 결과에 기초하여 상기 주위 액세스 포인트 중에서 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하는 단계; (c) 상기 단말기가 선택된 상기 제 2 액세스 포인트에 연결을 요청하는 단계; 및 (d) 상기 연결 요청에 대한 응답이 수신되면, 상기 단말기가 상기 제 1 액세스 포인트로부터 상기 제 2 액세스 포인트로 통신을 전환하는 단계를 포함한다.

[0007] 일 실시예에 따른 무선 통신의 핸드오프 방법에서, 상기 (a) 수신 신호 세기를 주기적으로 모니터링하는 단계는, 단말기가 주위 액세스 포인트로부터 RSSI(received signal strength indicator) 변화에 따른 이벤트를 수신하거나, 또는 타이머(timer)를 이용해 주기적으로 상기 제 1 액세스 포인트의 수신 신호 세기를 측정할 수 있다.

[0008] 일 실시예에 따른 무선 통신의 핸드오프 방법에서, 상기 (b) 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하는 단계는, (b1) 상기 제 1 액세스 포인트로부터의 수신 신호 세기가 신호 임계값보다 작은 제 1 조건 및 상기 단말기와 상기 제 1 액세스 포인트 간의 거리가 거리 임계값보다 큰 제 2 조건 중 적어도 하나 또는 둘의 조합이 충족되는 경우, 상기 제 1 액세스 포인트와의 통신 유지가 어렵다고 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 일 실시예에 따른 무선 통신의 핸드오프 방법에서, 상기 (b) 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하는 단계는, (b2) 상기 단말기가 모니터링 결과로부터 상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기를 기준으로 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 상기 (b2) 단계는, 상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기가 가장 큰 값과 현재 연결된 제 1 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 비교하여 그 차이가 효율 임계값보다 큰 경우, 상기 수신 신호 세기가 가장 큰 값에 해당하는 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택할 수 있다. 나아가, 상기 (b2) 단계는, 상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기가 가장 큰 값 2개의 차이가 비교 임계값보다 작은 경우, 이에 해당하는 2개의 액세스 포인트들의 수신 신호 세기의 변화율로부터 최근의 수신 신호 세기에 상대적으로 높은 가중치를 부여하여 최우선 순위를 갖는 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택할 수 있다.

[0010] 일 실시예에 따른 무선 통신의 핸드오프 방법에서, 상기 (b) 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하는 단계는, (b3) GPS 정보 및 회전각에 기초하여 상기 주위 액세스 포인트 중에서 상기 단말기가 대향하는 후보 액세스 포인트를 선택하고, 상기 단말기와 선택된 상기 후보 액세스 포인트와의 거리를 산출하며, 산출된 거리가 상기 단말기와 상기 제 1 액세스 포인트와의 거리보다 작은 값에 해당하는 액세스 포인트를 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트로 선택하는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 상기 (b3) 단계는, 시간의 흐름에 따라 상기 단말기와 상기 후보 액세스 포인트 간의 거리의 변화를 고려하되, 상기 단말기와 멀어질수록 상대적으로 낮은 가중치를 부여하여 최우선순위를 갖는 후보 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택할 수 있다.

[0011] 일 실시예에 따른 무선 통신의 핸드오프 방법에서, 상기 (c) 제 2 액세스 포인트에 연결을 요청하는 단계는, 상기 단말기가 상기 제 2 액세스 포인트에 유니캐스트(unicast) 방식으로 연결을 요청할 수 있다.

[0012] 한편, 이하에서는 상기 기재된 무선 통신의 핸드오프 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

[0013] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 액세스 포인트(access point, AP)와의 핸드오프(handoff)를 수행하는 단말기는, Wi-Fi 프로토콜에 따라 액세스 포인트와 통신하는 통신부; 상기 통신부를

통해 수신된 수신 신호 세기에 기초하여 액세스 포인트와의 통신을 수립하는 프로그램을 저장하는 메모리; 및 상기 프로그램을 구동하여 액세스 포인트 간의 핸드오프를 수행하는 프로세서를 포함하되, 상기 메모리에 저장된 프로그램은, 단말기가 현재 통신하고 있는 제 1 액세스 포인트(access point, AP)와의 연결이 유지되는 상태에서 상기 제 1 액세스 포인트 및 주위 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 주기적으로 모니터링(monitoring)하고, 상기 제 1 액세스 포인트와의 통신 종료에 관해 미리 설정된 조건이 충족되는 경우, 상기 단말기가 모니터링 결과에 기초하여 상기 주위 액세스 포인트 중에서 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하고, 상기 단말기가 선택된 상기 제 2 액세스 포인트에 연결을 요청하며, 상기 연결 요청에 대한 응답이 수신되면, 상기 단말기가 상기 제 1 액세스 포인트로부터 상기 제 2 액세스 포인트로 통신을 전환하는 명령어를 포함할 수 있다.

[0014] 일 실시예에 따른 액세스 포인트와의 핸드오프를 수행하는 단말기에서, 상기 메모리에 저장된 프로그램은, 단말기가 주위 액세스 포인트로부터 RSSI(received signal strength indicator) 변화에 따른 이벤트를 수신하거나, 또는 타이머(timer)를 이용해 주기적으로 상기 제 1 액세스 포인트의 수신 신호 세기를 측정할 수 있다.

[0015] 일 실시예에 따른 액세스 포인트와의 핸드오프를 수행하는 단말기에서, 상기 메모리에 저장된 프로그램은, 상기 제 1 액세스 포인트로부터의 수신 신호 세기가 신호 임계값보다 작은 제 1 조건 및 상기 단말기와 상기 제 1 액세스 포인트 간의 거리가 거리 임계값보다 큰 제 2 조건 중 적어도 하나 또는 둘의 조합이 충족되는 경우, 상기 제 1 액세스 포인트와의 통신 유지가 어렵다고 판단할 수 있다.

[0016] 일 실시예에 따른 액세스 포인트와의 핸드오프를 수행하는 단말기에서, 상기 메모리에 저장된 프로그램은, 상기 단말기가 모니터링 결과로부터 상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기를 기준으로 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택할 수 있다. 또한, 상기 메모리에 저장된 프로그램은, 상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기가 가장 큰 값과 현재 연결된 제 1 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 비교하여 그 차이가 효율 임계값보다 큰 경우, 상기 수신 신호 세기가 가장 큰 값에 해당하는 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택할 수 있다. 나아가, 상기 메모리에 저장된 프로그램은, 상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기가 가장 큰 값 2개의 차이가 비교 임계값보다 작은 경우, 이에 해당하는 2개의 액세스 포인트들의 수신 신호 세기의 변화율로부터 최근의 수신 신호 세기에 상대적으로 높은 가중치를 부여하여 최우선순위를 갖는 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택할 수 있다.

[0017] 일 실시예에 따른 액세스 포인트와의 핸드오프를 수행하는 단말기는, GPS 정보를 수신하는 GPS 수신부; 및 회전을 감지하는 가속도 센서를 더 포함하되, 상기 메모리에 저장된 프로그램은, GPS 정보 및 회전각에 기초하여 상기 주위 액세스 포인트 중에서 상기 단말기가 대향하는 후보 액세스 포인트를 선택하고, 상기 단말기와 선택된 상기 후보 액세스 포인트와의 거리를 산출하며, 산출된 거리가 상기 단말기와 상기 제 1 액세스 포인트와의 거리보다 작은 값에 해당하는 액세스 포인트를 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트로 선택할 수 있다. 또한, 상기 메모리에 저장된 프로그램은, 시간의 흐름에 따라 상기 단말기와 상기 후보 액세스 포인트 간의 거리의 변화를 고려하되, 상기 단말기와 멀어질수록 상대적으로 낮은 가중치를 부여하여 최우선순위를 갖는 후보 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택할 수 있다.

[0018] 일 실시예에 따른 액세스 포인트와의 핸드오프를 수행하는 단말기에서, 상기 메모리에 저장된 프로그램은, 상기 단말기가 상기 제 2 액세스 포인트에 유니캐스트(unicast) 방식으로 연결을 요청할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 실시예들은, 표준 Wi-Fi 프로토콜을 변경하지 않고, 이전 액세스 포인트와의 연결을 끊기 전에 주기적으로 현재 접속한 액세스 포인트로부터의 수신 신호 세기를 확인하고 주위의 새로운 액세스 포인트를 검색하는 방식을 통해 수신 신호 세기 또는 거리 기반의 알고리즘을 사용하여 고속으로 Wi-Fi 핸드오프를 수행함으로써, 핸드오프 지연 시간을 획기적으로 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1 및 도 2는 본 발명이 실시예들이 구현되는 기술 분야에서 종래의 핸드오프 방식이 갖는 문제점을 설명하기 위한 도면이다.

도 3는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신의 고속 핸드오프 방법을 도시한 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 3의 무선 통신의 고속 핸드오프 방법에서 전환하고자 하는 액세스 포인

트를 선택하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 도 4의 과정을 예로서 구현한 의사 코드(pseudo-code)이다.

도 6 및 도 7은 각각 수신 신호 세기 및 근접 거리를 기준으로 전환하고자 하는 액세스 포인트를 선택하는 과정을 예로서 구현한 의사 코드이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 액세스 포인트와의 고속 핸드오프를 수행하는 단말기를 도시한 블록도이다.

도 9는 본 발명의 실시예들이 제안하는 고속 핸드오프 방법을 구현한 프로토타입(prototype)의 단말기 UI(user interface)를 예시한 도면이다.

도 10 및 도 11은 각각 본 발명의 실시예들이 제안하는 고속 핸드오프 방법의 프로토타입을 통한 실험 환경과 핸드오프 지연 시간의 측정 방법을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명의 실시예들을 설명하기에 앞서, 무선 통신, 특히 Wi-Fi 프로토콜을 채택하고 있는 환경에서 액세스 포인트에 대한 통신을 전환하는 핸드오프를 구현함에 있어서 지연 시간을 감소시키기 위한 다양한 방법론들을 간단히 살펴본 후, 이러한 방법론들을 통해 예상되는 문제점들을 해결하기 위해 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 아이디어와 기술적 수단을 순차적으로 제시하도록 한다.

[0022] 도 1 및 도 2는 본 발명이 실시예들이 구현되는 기술 분야에서 종래의 핸드오프 방식이 갖는 문제점을 설명하기 위한 도면이다.

[0023] 도 1은 무선 통신을 위한 단말기(10)가 현재 연결이 수립된 액세스 포인트(20A)와의 통신을 수행하고 있는 상황을 전제로 하고 있다. 이러한 상황 하에서 단말기(10)를 소지한 사용자가 이동함에 따라 현재 연결된 액세스 포인트(20A)와의 연결 지속이 어렵게 되었다고 가정하자. 이러한 경우, 종래의 Wi-Fi 핸드오프 기술에서는, 우선 단말기(10)가 현재 연결된 액세스 포인트(20A)와의 연결을 종료하고, 주위의 새로운 액세스 포인트(20B, 20C)를 검색한 후, 검색된 액세스 포인트들 중 적합한 것(20B)을 선택하여 연결을 수립하게 된다.

[0024] 이러한 순차적인 흐름에 따라 핸드오프의 처리가 이루어지기 때문에 원래의 액세스 포인트(20A)와의 연결 종료 시점으로부터 새로운 액세스 포인트(20B)와의 연결 수립 시점까지의 시간 차이가 발생하게 되는데, 특히 Wi-Fi 다중 채널의 검색 과정에서 야기되는 많은 시간 지연으로 인해 사용자 불편이 지적되었다.

[0025] 보다 구체적으로, IEEE 802.11 표준에 따른 Wi-Fi 핸드오프 과정은 도 2와 같이 채널 검색 과정(Scanning phase), 인증 과정(Authentication phase), 및 연결 과정(Association phase)으로 구성된다. 상용화된 구현 방식은 먼저 종래의 액세스 포인트와의 연결이 종료된 시점(210) 이후, 새로운 액세스 포인트를 찾아 핸드오프하는 과정이 진행된다. 이 중에서 새로운 AP를 검색하는 검색 과정(220)에서 사용자 단말기는 1번 채널부터 13번 채널까지의 모든 Wi-Fi 채널을 검색한다. 그러나 주변 채널 환경에 따라 검색 과정(220)을 반복적으로 수행하며, 이로 인해 핸드오프 시간이 급격히 증가하는 문제가 발생하게 된다.

[0026] 이와 같은 Wi-Fi 핸드오프 지연 시간을 줄이기 위해 핸드오프가 발생하기 전에 미리 액세스 포인트를 검색하는 프리-스캐닝(pre-scanning) 기반의 SyncScan 내지 DueceScan 등과 같은 알고리즘들이 제안되었다. 그러나, 종래의 핸드오프 기법들을 실제 환경에 적용하기 위해서는 규격으로 채택되어 널리 활용되고 있는 Wi-Fi 프로토콜의 변경이 필요하므로 보편적인 상용 무선 단말기/스마트폰을 사용하는 환경에 이러한 변경된 규격에 따른 핸드오프 기법을 즉시 적용하는 것은 매우 곤란하다.

[0027] 현재 무선 단말기/스마트폰에서 동작하는 Wi-Fi 프로토콜은 이전 액세스 포인트와의 통신 단절 후에 새로운 액세스 포인트를 검색하여 연결하는 이른바 "Break-Before-Make(BBM)" 방식으로 동작하므로 새로운 액세스 포인트를 검색하는 데 최소한 수십 초의 시간이 요구되고, 따라서 Wi-Fi 핸드오프에 오랜 시간이 소요된다.

[0028] 따라서, 상기된 문제점들을 해결하기 위해서 안출된 본 발명의 실시예들은, 규격으로 채택되어 활용되고 있는 종래의 Wi-Fi 프로토콜을 변경하지 않고, 이전 액세스 포인트와의 연결을 끊기 전에 새로운 액세스 포인트를 검색하는 방식, 이름하여 "Listen-Before-Talk(LBT)" 기반의 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘을 제안하고자 한다.

[0029] 구현의 관점에서, 본 발명의 실시예들은 주기적으로 현재 접속한 액세스 포인트로부터의 수신 신호 세기를 확인하고, 스마트폰의 GPS 기능 활성화 여부에 따라 수신 신호 세기 기반의 알고리즘과 거리 기반의 알고리즘을 사용하여 Wi-Fi 핸드오프를 수행한다.

[0030] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하도록 한다. 다만, 하기의 설명 및 첨부된 도면에서 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기능 또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 구성 요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0031] 또한, 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제 1 구성 요소는 제 2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성 요소도 제 1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[0032] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0033] 특별히 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0034] 앞서 소개한 바와 같이, 본 발명의 실시예들은 Wi-Fi 표준 프로토콜을 변경하지 않고 고속 Wi-Fi 핸드오프를 지원하기 위해, 현재 연결된 액세스 포인트와 주위 액세스 포인트의 수신 신호 세기를 파악하고 미리 연결할 최적의 액세스 포인트를 결정하는 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘을 제안한다. 제안하는 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘은 기능에 따라 크게 세 가지 알고리즘으로 나눌 수 있다.

[0035] 첫째, 핸드오프 트리거 알고리즘(Handoff Trigger Algorithm)에서는 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 변화에 따른 이벤트를 수신하거나 타이머(timer)를 이용해 주기적으로 현재 연결된 액세스 포인트의 수신 신호 세기를 파악한다. 이때 연결된 액세스 포인트의 수신 신호 세기가 약해지거나 단말기(클라이언트)와 액세스 포인트 간의 거리가 멀어지면 핸드오프 동작을 시작한다.

[0036] 둘째, 수신 신호 세기 기반 알고리즘(RSSI-based Algorithm)에서는 주위 액세스 포인트의 수신 신호 세기를 스캔하고 액세스 포인트의 수신 신호 세기를 기반으로 최적의 액세스 포인트를 결정한다. 최적의 액세스 포인트가 결정되면 다음으로 해당 액세스 포인트에 유니캐스트(unicast) 방식으로 연결을 시도한다.

[0037] 셋째, 거리 기반 알고리즘(Distance-based Algorithm)에서는 수신 신호 세기 기반 알고리즘(RSSI-based Algorithm)과 달리 주위 액세스 포인트와 단말기(클라이언트) 사이의 거리를 측정하여 최적의 액세스 포인트를 결정하고 해당 액세스 포인트에 유니캐스트 방식으로 연결을 시도한다.

[0038] 이하에서는 각각의 알고리즘에 대해 순차적으로 설명한다.

[0039] 도 3는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신의 고속 핸드오프 방법을 도시한 흐름도이다. 일련의 처리 과정은 적어도 하나의 처리기(processor)와 통신 수단을 구비한 무선 통신 단말기를 통해 구현될 수 있으며, 단말기 및 액세스 포인트는 IEEE 802.11 규격에 따르는 것이 바람직하다.

[0040] S310 단계에서, 단말기는 현재 통신하고 있는 제 1 액세스 포인트(access point, AP)와의 연결이 유지되는 상태에서 상기 제 1 액세스 포인트 및 주위 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 주기적으로 모니터링(monitoring)한다. 즉, 종래에 널리 활용되고 있는 Wi-Fi 프로토콜의 변경 없이, 단지 종래의 액세스 포인트와의 연결이 유지되고 있는 상황 하에서 검색 과정을 병행하게 된다. 이 과정에서 단말기는 주위 액세스 포인트로부터 RSSI(received signal strength indicator) 변화에 따른 이벤트를 수신하거나, 또는 타이머(timer)를 이용해 주기적으로 상기 제 1 액세스 포인트의 수신 신호 세기를 측정할 수 있다.

[0041] S320 단계에서, 상기 제 1 액세스 포인트와의 통신 종료에 관해 미리 설정된 조건이 충족되는 경우, 상기 단말기는 모니터링 결과에 기초하여 상기 주위 액세스 포인트 중에서 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택한다. 통신 종료 조건은 현재 연결이 유지되고 있는 액세스 포인트와의 상태 및 앞서 모니터링된 주위 액세스 포인트의 정보를 고려하여 핸드오프를 수행할지 여부를 결정하는 기준으로서, 이후 도 4 및 도 5를 통해 구

체적으로 소개하도록 한다.

[0042] S330 단계에서, 상기 단말기는 선택된 상기 제 2 액세스 포인트에 연결을 요청한다. 구현의 관점에서, 이 과정에서 상기 단말기는 상기 제 2 액세스 포인트에 유니캐스트(unicast) 방식으로 연결을 요청하는 것이 바람직하다.

[0043] S340 단계에서, 상기 연결 요청에 대한 응답이 수신되면, 상기 단말기는 상기 제 1 액세스 포인트로부터 상기 제 2 액세스 포인트로 통신을 전환함으로써, 핸드오프 지연 시간을 최소화하게 된다.

[0044] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 3의 무선 통신의 고속 핸드오프 방법에서 전환하고자 하는 액세스 포인트를 선택하는 과정(320 단계)을 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면으로서, 현재 연결된 액세스 포인트 및 주위 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 모니터링하는 과정에 연속하여 수행되는 과정을 보여준다.

[0045] 먼저, S321 단계를 통해, 통신 종료 조건이 충족되는지 여부를 검사한다. 통신 종료 조건은, 상기 제 1 액세스 포인트(현재의 액세스 포인트)로부터의 수신 신호 세기가 신호 임계값보다 작은 제 1 조건 및 상기 단말기와 상기 제 1 액세스 포인트 간의 거리가 거리 임계값보다 큰 제 2 조건 중 적어도 하나 또는 둘의 조합으로서, 설정된 하나의 조건을 만족하거나, 또는 두 가지 조건을 동시에 만족할 경우, 상기 제 1 액세스 포인트와의 통신 유지가 어렵다고 판단하고, 핸드오프를 위한 다른 액세스 포인트를 선택하는 과정으로 진행하게 된다.

[0046] 본 발명의 실시예들은, 핸드오프를 위한 액세스 포인트를 선택함에 있어서, 2가지 알고리즘을 제안하고 있다. S322 단계에서는 상기 단말기가 모니터링 결과로부터 상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기를 기준으로 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하게 되며, S323 단계에서는 상기 단말기가 상기 주위 액세스 포인트 중에서 근접 거리를 기준으로 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하게 된다. 각각의 알고리즘은 이후 도 6 및 도 7을 통해 구체적으로 소개하도록 한다.

[0047] 도 5는 도 4의 과정을 예로서 구현한 의사 코드(pseudo-code)로서, 핸드오프 트리거 알고리즘(Handoff Trigger Algorithm)을 예시하였다.

[0048] 도 5에 예시된 알고리즘의 주요 기능은 RSSI 변화에 따른 이벤트를 수신하거나 타이머를 이용해 주기적으로 현재 연결된 액세스 포인트의 수신 신호 세기를 파악하고 핸드오프 시점을 판단하는 것이다. 기존의 Wi-Fi 핸드오프 기술들은 현재 연결된 액세스 포인트의 연결이 중단되면 새로운 액세스 포인트에 연결을 시도하므로 핸드오프 지연 시간이 길어지는 문제가 있다. 따라서 본 실시예에서는 현재 연결된 액세스 포인트의 상태를 미리 확인하여 핸드오프 지연 시간을 줄인다. 도 5에서 단말기(클라이언트)가 핸드오프 시점을 판단하면, 다음으로 사용자의 설정에 따라 수신 신호 세기 기반 알고리즘(RSSI-based Algorithm)(S550) 또는 거리 기반 알고리즘(Distance-based Algorithm)(S590)을 수행하고 새로운 액세스 포인트에 연결을 요청한다.

[0049] 보다 구체적으로, 도 5를 참조하여 핸드오프 트리거 알고리즘의 동작을 살펴보기 위해, 사용된 변수의 의미를 설명하면 다음과 같다. $\gamma_{current}$는 현재 연결된 액세스 포인트의 RSSI, γ_{th}는 핸드오프를 시도하는 RSSI 임계값, $d'_{current}$는 단말기와 현재 연결된 액세스 포인트 사이의 거리, d'_{th}는 핸드오프의 시도 여부를 결정하는 거리의 임계값을 의미한다.

[0050] 처음 알고리즘을 시작하면 단말기(예를 들어, 스마트폰)는 타이머를 설정하고(S510), 이벤트를 기다린다. 여기서 이벤트는 연결된 액세스 포인트의 RSSI가 변경되면 발생된다. 이벤트가 발생하면(S520), 단말기는 현재 연결된 액세스 포인트의 RSSI 값 $\gamma_{current}$을 업데이트한다(S530). 이때 RSSI가 오랜 시간 동안 변경되지 않는 경우를 방지하기 위하여, 설정한 타이머의 시간이 종료되면 현재 연결된 액세스 포인트의 RSSI 값을 취득하여 주기적으로 연결된 액세스 포인트의 상태를 파악한다.

[0051] 현재 연결된 액세스 포인트의 RSSI 값 $\gamma_{current}$가 수신 신호 세기의 임계값 γ_{th} 보다 낮으면(S540), 현재 연결된 액세스 포인트와 통신이 어렵다고 판단하고 핸드오프 수행을 준비한다. 이때, GPS가 꺼져있거나 사용자가 거리 기반 모드(Distance-based mode)를 선택하지 않은 경우, 수신 신호 세기를 기반으로 최적의 액세스 포인트에 연결하는 수신 신호 세기 기반 알고리즘(RSSI-based Algorithm)(S550)으로 동작한다.

[0052] 반면, GPS가 켜져 있으면서 사용자가 거리 기반 모드를 선택한 경우(S560), 단말기는 단말기와 현재 연결된 액세스 포인트 사이의 거리 $d'_{current}$와 거리의 임계값 d'_{th}을 비교한다. 단말기와 현재 연결된 액세스 포인트 사이의 거리 $d'_{current}$가 거리의 임계값 d'_{th}보다 크거나 $\gamma_{current}$가 γ_{th} 보다 작으면(S580), 현재 연결된 액세스 포인트와 통신이 어렵다고 판단하고 액세스 포인트 사이의 거리를 기반으로 최적의 액세스 포인트에 연결하는 거리

기반 알고리즘(Distance-based algorithm)을 수행한다(S590).

[0053] 도 6 및 도 7은 각각 수신 신호 세기 및 근접 거리를 기준으로 전환하고자 하는 액세스 포인트를 선택하는 과정을 예로서 구현한 의사 코드이다.

[0054] 현재 연결된 액세스 포인트의 RSSI가 임계값보다 낮아지면, 핸드오프를 위해 도 6에 예시된 수신 신호 세기 기반의 알고리즘(RSSI-based Algorithm)이 수행될 수 있다. 먼저, 도 6에서 사용한 변수 및 설명은 다음과 같다. R_{AP}는 RSSI 크기 순으로 정렬된 액세스 포인트 리스트의 집합, R_{RSSI}는 크기 순으로 정렬된 RSSI 값의 집합, AP_j는 RSSI가 j번째로 큰 액세스 포인트, $RSSI_j$는 AP_j의 RSSI 값, N은 스캔된 액세스 포인트들의 개수, $\gamma_{current}$는 현재 연결된 액세스 포인트의 RSSI, α는 핸드오프 동작 여부를 결정하는 (핸드오프의 효율을 보장하기 위한) 임계값으로서, τ는 이전 RSSI 값을 추적하기 위한 시간의 임계값, β는 이전 RSSI 추적 여부를 결정하는 임계값, H_j는 시간에 따른 AP_j의 RSSI 값들의 집합, PR_j는 AP_j의 핸드오프 우선순위 값, ω_i는 시간 i에 대한 가중치를 의미한다.

[0055] 도 6을 참조하면, 단말기는 주변 액세스 포인트들의 수신 신호 세기를 취득하기 위해 스캔을 수행한다. 다음으로 스캔한 액세스 포인트들을 RSSI 순서로 낮은 차순 정렬한다(S610). 이때 주위 액세스 포인트들 중 가장 높은 RSSI 값 $RSSI_1$이 현재 연결된 액세스 포인트의 RSSI $\gamma_{current}$보다 α만큼 크면(S620), 현재 연결된 액세스 포인트의 연결을 중단하고 최적의 액세스 포인트에 연결을 시도한다. 즉, 이 과정에서는, 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기가 가장 큰 값과 현재 연결된 제 1 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 비교하여 그 차이가 효율 임계값(α)보다 큰 경우, 수신 신호 세기가 가장 큰 값에 해당하는 액세스 포인트를 핸드오프를 위한 제 2 액세스 포인트로 선택하게 된다.

[0056] 만일 스캔된 액세스 포인트의 총 개수가 '1'이면 가장 높은 RSSI를 가진 AP_1에 연결을 시도한다. 반면에 스캔된 액세스 포인트의 총 개수가 '1'보다 크고 일정 시간이 지났다고 판단되면 단말기는 스캔된 액세스 포인트들 중 가장 높은 RSSI와 두 번째로 높은 RSSI의 차이를 비교한다. 이때, 두 값의 차이가 임계값 β보다 작으면(S630), 두 액세스 포인트들의 수신 신호 세기가 비슷하다고 판단하고 RSSI의 변화율을 통해 우선순위를 결정한다(S640). 이때, 각 액세스 포인트의 우선순위는 다음의 수학식 1을 통해 도출할 수 있다(S650).

수학식 1

[0057]
$$PR_j = \sum_{i=t-\tau+1}^{\tau} \omega_i \cdot \triangle RSSI_j(i)$$

[0058] 여기서 PR_j는 AP_j의 핸드오프 우선순위 값을 의미하며 값이 클수록 연결 우선순위가 높다. $\Delta RSSI_j(i)$는 시간 i에서 AP_j의 RSSI 변화량을 의미하고, ω_i는 시간 i에 대한 가중치를 의미한다. 즉, 각 액세스 포인트의 우선순위는 최근 τ 시간동안 해당 액세스 포인트의 RSSI 변화량의 합을 의미한다. 따라서 두 액세스 포인트의 RSSI 값 차이가 β보다 작으면 두 액세스 포인트들 중 RSSI가 점차 증가하는 액세스 포인트가 높은 우선순위를 가진다. 즉, 이 과정에서는, 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기가 가장 큰 값 2개의 차이가 비교 임계값(β)보다 작은 경우, 이에 해당하는 2개의 액세스 포인트들의 수신 신호 세기의 변화율로부터 최근의 수신 신호 세기에 상대적으로 높은 가중치를 부여하여 최우선순위를 갖는 액세스 포인트를 핸드오프를 위한 제 2 액세스 포인트로 선택하게 된다. 마지막으로 단말기는 두 액세스 포인트들 중 높은 우선순위를 가지는 액세스 포인트에 유니캐스트 방식으로 연결을 요청한다(S660).

[0059] 도 6이 제안하는 수신 신호 세기 기반 알고리즘(RSSI-based Algorithm)에서는 1회 스캔하여 얻은 액세스 포인트의 RSSI를 이용하지 않고 이전 시간동안 RSSI 값의 변화량을 추적하여 핸드오프할 액세스 포인트를 결정하였다. 이를 통해 무선 통신 환경에서 발생하는 패스트 페이딩(fast fading)과 쉐도우 페이딩(shadow fading)에 의한 RSSI의 변동을 줄이고 최적의 액세스 포인트를 결정할 수 있다.

[0060] 도 7은 거리 기반의 알고리즘(Distance-based Algorithm)을 예시한 것으로, 도 7에서 사용한 변수 및 설명은 다음과 같다. s는 클라이언트의 출발 위치, n은 단말기의 현재 위치, AP_j는 RSSI가 j번째로 큰 액세스 포인트, d'_j

는 AP_j와 단말기 사이의 거리, d_j는 AP_j와 단말기의 진행 방향 벡터 $\overrightarrow{sn}$ 사이의 수직 거리, N은 스캔된 액세스 포인트들의 개수, $d'_{current}$는 단말기와 현재 연결된 액세스 포인트 사이의 거리, d_{th}는 액세스 포인트와 단말기의 진행 방향 벡터 $\overrightarrow{sn}$ 사이 수직 거리의 기준 값, PD_j는 AP_j의 핸드오프 우선순위 값, R은 우선순위 값을 증가시켜 우선순위를 낮추기 위한 상수를 의미한다.

[0061] 도 7의 거리 기반 알고리즘의 주요 기능은 단말기의 위치 정보와 주위 액세스 포인트의 위치 정보를 기반으로 단말기의 진행 방향을 예측하여 최적의 액세스 포인트로 핸드오프를 수행하는 것이다. 핸드오프 트리거 알고리즘(Handoff Trigger Algorithm)에서 현재 연결된 액세스 포인트의 RSSI가 임계값보다 낮아지거나 현재 연결된 액세스 포인트와의 거리가 멀어지면, 단말기는 핸드오프를 수행하기 위해 거리 기반 알고리즘을 수행한다.

[0062] 보다 구체적으로, 도 7에서 단말기는 GPS를 이용해 현재 위치 좌표(위도, 경도)를 n에 저장한다(S710). 다음으로 단말기는 시작 위치를 s에 저장한다. 처음 거리 기반 알고리즘을 수행한 경우 시작 위치 s에 현재 단말기의 위치 좌표를 저장한다. 다음으로 단말기는 회전을 감지한다. 이때 단말기의 회전을 감지하는 이유는 출발 위치를 초기화하여 단말기의 이동 방향을 정확히 예측하기 위함이다. 본 실시예에서 제안하는 단말기가 회전을 감지하는 방법은 다음과 같다. 단말기가 확인한 현재 위치 정보는 내부 저장소에 저장된다. 내부 저장소에 저장된 단말기의 위치 정보는 저장된 순서에 따라 M_1, M_2, ..., M_k로 나타낼 수 있으며, k는 내부 저장소에 저장할 수 있는 위치 정보의 최대 개수이다. 이때 단말기가 우회하는 방향은 수학식 2와 같이 (연속하는 두 지점으로부터 생성된) 두 벡터 사이의 회전각 Θ를 통해 구할 수 있다.

수학식 2

[0063]
$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{x_1 y_2 - y_1 x_2}{\| N - M_3 \| \ \| M_3 - M_2 \|}\right)$$

[0064] 여기서 이동 방향은 2차원 평면의 벡터로 표현할 수 있으므로 두 벡터 사이의 회전각을 구하면 단말기가 우회하는 방향을 알 수 있다. 일례로 최근 저장한 두 지점에서 이동 방향은 각각 $N-M_3=(x_1,y_1)$, $M_3-M_2=(x_2,y_2)$ 벡터로 나타낼 수 있다. 이때 sinΘ 값이 '0'보다 크면 반시계 방향(좌회전)으로 이동하는 것을 의미하고, '0'보다 작으면 시계 방향(우회전)으로 이동하는 것을 의미한다. 위의 방법으로 단말기의 회전을 감지하면(S720), 단말기의 출발 위치를 현재 위치로 초기화하여 단말기의 진행 방향 벡터 $\overrightarrow{sn}$를 얻을 수 있다. 단말기의 진행 방향 벡터 $\overrightarrow{sn}$를 얻으면 주위 액세스 포인트들을 스캔한다. 단말기는 스캔된 각 액세스 포인트들과의 거리 d'_j를 계산하고, 단말기의 진행 방향 벡터와 각 액세스 포인트들 사이의 수직 거리 d_j를 계산한다(S730).

[0065] 거리 기반 알고리즘은 계산 결과를 기반으로 네 단계를 거쳐 최적의 액세스 포인트를 결정한다. 첫째, 스캔된 AP_j와의 거리 d'_j가 현재 연결된 액세스 포인트와의 거리 $d'_{current}$보다 크면(S740), 스캔된 AP_j의 무선 환경이 현재 연결된 액세스 포인트보다 열악하다고 판단하고 PD_j에 임계값 2R을 더해 AP_j의 우선순위를 낮춘다. 이때 AP_j의 우선순위는 PD_j의 값이 작을수록 높다. 둘째, 시간에 따라 단말기의 위치가 AP_j와 가까워지는지 확인한다(S750). 만일 스캔된 AP_j가 단말기와 멀어지고 있다고 판단되면, 앞으로 스캔된 AP_j의 무선 환경이 나빠질 수 있다고 예측하고 PD_j에 임계값 R을 더해 AP_j의 우선순위를 낮춘다. 셋째, 단말기는 단말기의 진행 방향 벡터 $\overrightarrow{sn}$와 스캔된 Ap_j 사이의 직선거리 d_j가 기준 값보다 작은지 확인한다(S760). 만일 단말기의 진행 방향과 스캔된 AP_j 사이의 직선거리 d_j가 임계값 d_{th}보다 작으면 이동 경로에 스캔된 AP_j가 있다고 판단하고 PD_j에 단말기와 AP_j와의 거리 d'_j를 입력한다. 마지막으로 단말기는 위 세 단계를 반복하여 스캔된 모든 액세스 포인트에 대한 우선순위를 결정한다(S770). 다음으로 가장 우선순위가 높은 액세스 포인트에 유니캐스트 방식으로 연결을 요청하여 핸드오프 지연시간을 단축시킨다(S780).

[0066] 요약하건대, 상기된 과정에서는, GPS 정보 및 회전각에 기초하여 주위 액세스 포인트 중에서 단말기가 대향하는 후보 액세스 포인트를 선택하고, 단말기와 선택된 후보 액세스 포인트와의 거리를 산출하며, 산출된 거리가 상기 단말기와 제 1 액세스 포인트와의 거리보다 작은 값에 해당하는 액세스 포인트를 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트로 선택하게 된다. 또한, 시간의 흐름에 따라 단말기와 후보 액세스 포인트 간의 거리의 변화를 고려하되, 단말기와 멀어질수록 상대적으로 낮은 가중치를 부여하여 최우선순위를 갖는 후보 액세스 포인트를 제 2 액세스 포인트로 선택하게 된다.

[0067] 본 실시예가 제안하는 거리 기반 알고리즘은 단말기가 회전할 때마다 출발 위치를 초기화하여 단말기의 진행 방향의 예측하고, 예측한 결과를 이용하여 스캔된 액세스 포인트가 단말기의 진행 방향과 가까운지를 판단하여 우선순위를 결정하므로 최적의 액세스 포인트를 결정할 수 있다.

[0068] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 액세스 포인트(20)와의 고속 핸드오프를 수행하는 단말기(10)를 도시한 블록도로서, 앞서 도 3을 통해 기술한 핸드오프 방법의 일련의 과정에 대응하므로 여기서는 설명의 중복을 피하고자 단말기(10)의 각 구성요소의 장치적 특징에 집중하여 그 기능/동작만을 약술하도록 한다.

[0069] 통신부(11)는 Wi-Fi 프로토콜에 따라 액세스 포인트(20)와 통신하는 수단이다.

[0070] 메모리(13)는 상기 통신부(11)를 통해 수신된 수신 신호 세기에 기초하여 액세스 포인트(20)와의 통신을 수립하는 프로그램을 저장하며, 프로세서(15)는 상기 프로그램을 구동하여 액세스 포인트(20) 간의 핸드오프를 수행하는 구성이다.

[0071] 여기서, 상기 메모리(13)에 저장된 프로그램은, 단말기(10)가 현재 통신하고 있는 제 1 액세스 포인트(access point, AP)와의 연결이 유지되는 상태에서 상기 제 1 액세스 포인트 및 주위 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 주기적으로 모니터링(monitoring)하고, 상기 제 1 액세스 포인트와의 통신 종료에 관해 미리 설정된 조건이 충족되는 경우, 상기 단말기가 모니터링 결과에 기초하여 상기 주위 액세스 포인트 중에서 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택하고, 상기 단말기가 선택된 상기 제 2 액세스 포인트에 연결을 요청하며, 상기 연결 요청에 대한 응답이 수신되면, 상기 단말기가 상기 제 1 액세스 포인트로부터 상기 제 2 액세스 포인트로 통신을 전환하는 명령어를 포함한다.

[0072] 상기 메모리(13)에 저장된 프로그램은, 단말기(10)가 주위 액세스 포인트로부터 RSSI(received signal strength indicator) 변화에 따른 이벤트를 수신하거나, 또는 타이머(timer)를 이용해 주기적으로 상기 제 1 액세스 포인트의 수신 신호 세기를 측정할 수 있다. 또한, 상기 메모리(13)에 저장된 프로그램은, 상기 단말기가 상기 제 2 액세스 포인트에 유니캐스트(unicast) 방식으로 연결을 요청할 수 있다.

[0073] 상기 메모리(13)에 저장된 프로그램은, 상기 제 1 액세스 포인트로부터의 수신 신호 세기가 신호 임계값보다 작은 제 1 조건 및 상기 단말기와 상기 제 1 액세스 포인트 간의 거리가 거리 임계값보다 큰 제 2 조건 중 적어도 하나 또는 둘의 조합이 충족되는 경우, 상기 제 1 액세스 포인트와의 통신 유지가 어렵다고 판단할 수 있다.

[0074] 핸드오프 수행을 위해, 상기 메모리(13)에 저장된 프로그램은, 상기 단말기(10)가 모니터링 결과로부터 상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기를 기준으로 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트를 선택할 수 있다. 이때, 상기 메모리(13)에 저장된 프로그램은, 상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기가 가장 큰 값과 현재 연결된 제 1 액세스 포인트와의 수신 신호 세기를 비교하여 그 차이가 효율 임계값보다 큰 경우, 상기 수신 신호 세기가 가장 큰 값에 해당하는 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택할 수 있다. 또한, 상기 메모리(13)에 저장된 프로그램은, 상기 주위 액세스 포인트 중에서 수신 신호 세기가 가장 큰 값 2개의 차이가 비교 임계값보다 작은 경우, 이에 해당하는 2개의 액세스 포인트들의 수신 신호 세기의 변화율로부터 최근의 수신 신호 세기에 상대적으로 높은 가중치를 부여하여 최우선순위를 갖는 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택할 수 있다.

[0075] 한편, 상기 단말기(10)는, GPS 정보를 수신하는 GPS 수신부(17) 및 회전을 감지하는 가속도 센서(19)를 더 포함하되, 상기 메모리(13)에 저장된 프로그램은, GPS 정보 및 회전각에 기초하여 상기 주위 액세스 포인트 중에서 상기 단말기가 대향하는 후보 액세스 포인트를 선택하고, 상기 단말기와 선택된 상기 후보 액세스 포인트와의 거리를 산출하며, 산출된 거리가 상기 단말기와 상기 제 1 액세스 포인트와의 거리보다 작은 값에 해당하는 액세스 포인트를 통신을 전환하고자 하는 제 2 액세스 포인트로 선택할 수 있다. 이때, 상기 메모리(13)에 저장된 프로그램은, 시간의 흐름에 따라 상기 단말기와 상기 후보 액세스 포인트 간의 거리의 변화를 고려하되, 상기 단말기와 멀어질수록 상대적으로 낮은 가중치를 부여하여 최우선순위를 갖는 후보 액세스 포인트를 상기 제 2 액세스 포인트로 선택할 수 있다.

[0076] 본 발명의 실시예들의 구현 가능성을 확인하기 위해 프로토타입을 구현하였다. 본 발명의 실시예들이 제안하는 고속 Wi-Fi 핸드오프 프로토타입은 스마트폰 단말기에서 손쉽게 사용할 수 있도록 안드로이드 앱 형태로 구현하였다.

[0077] 고속 Wi-Fi 핸드오프 프로토타입(이하, myWiFiRoam)은 이상에서 제안한 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘을 적용함으로써 핸드오프 시 발생하는 통신 단절 시간을 단축시키는 프로그램이다. 특히, 개발한 myWiFiRoam은 표준으로 채택된 종래의 Wi-Fi 프로토콜을 변경하지 않고 안드로이드 API(Application Programming Interface)를 사용하여 현재 액세스 포인트의 연결을 중단하기 이전에 최적의 액세스 포인트를 결정하는 LBT 방식의 핸드오프를 지원한다. 도 9는 본 발명의 실시예들이 제안하는 고속 핸드오프 방법을 구현한 프로토타입(prototype) myWiFiRoam의 단말기 UI(user interface) 화면을 예시한 도면이다.

[0078] 도 9의 실시예에 따라 개발한 myWiFiRoam은 앞서 소개한 도 8과 같은 장치 구성요소 내지 모듈로 구성될 수 있다. myWiFiRoam은 고속 Wi-Fi 핸드오프를 지원하기 위해 Wi-Fi 수신 신호 세기 또는 GPS 정보를 활용하여 현재 단말기의 위치 정보를 취득하고, 미리 저장한 액세스 포인트의 위치 정보와 주변 Wi-Fi의 수신 신호 세기를 이용해 핸드오프할 최적의 액세스 포인트를 찾는다. 이때, myWiFiRoam은 Wi-Fi 신호 수신 모듈(통신부), GPS 수신 모듈(GPS 수신부), 메모리에 저장되는 일련의 알고리즘(액세스 포인트 위치 파악 모듈, 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘 모듈과 액세스 포인트 핸드오프 접속 모듈, 액세스 포인트 연결 상태를 보여주기 위한 GUI (Graphic User Interface)) 등으로 구성될 수 있다. 각 구성요소의 기능을 약술하면 다음과 같다.

[0079] ● Wi-Fi 신호 수신 모듈(통신부): myWiFiRoam 프로그램이 설치된 스마트폰은 Wi-Fi 신호 수신 모듈을 통해 비컨 신호의 수신 신호 세기를 실시간으로 취득한다. 취득한 수신 신호 세기는 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘에 사용되므로 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘 모듈에게 전달된다. 이때, 안드로이드에서 제공하는 ScanResult, WifiManager 등의 API를 이용하여 주변 액세스 포인트의 SSID, BSSID 정보와 수신 신호 세기를 취득할 수 있다.

[0080] ● GPS 수신 모듈(GPS 수신부): 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘에서 거리 기반의 알고리즘을 이용하는 경우 단말기의 위치 정보를 이용해야 한다. 따라서 GPS 수신 모듈에서는 위성 신호 또는 네트워크 위치를 이용하여 현재 스마트폰의 위도 및 경도 정보를 취득한다. 취득한 스마트폰의 위도 및 경도 정보는 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘 모듈로 전달된다.

[0081] ● 액세스 포인트 위치 파악 모듈: 액세스 포인트 위치 파악 모듈에서는 주위 액세스 포인트를 스캔하고, 스캔한 결과를 이용하여 내부 데이터베이스에 저장된 해당 액세스 포인트의 위치 정보를 파악한다. 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘에서는 스마트폰과 주변 액세스 포인트와의 거리를 기반으로 핸드오프를 수행하므로 액세스 포인트 위치 파악 모듈에서 취득한 주변 액세스 포인트의 위치정보는 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘 모듈로 전달된다.

[0082] ● 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘 모듈: 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘 모듈은 액세스 포인트 신호 수신 모듈, GPS 수신 모듈, 액세스 포인트 위치 파악 모듈로부터 전달받은 수신 신호 세기, 주위 액세스 포인트들의 위치 정보를 이용하여 핸드오프 할 최적의 액세스 포인트를 결정한다. 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘 모듈에서 최적의 액세스 포인트가 결정되면 myWiFiRoam은 결정한 액세스 포인트의 BSSID 및 SSID를 액세스 포인트 핸드오프 접속 모듈에 전달한다. 이때 결정한 최적의 액세스 포인트가 보안 설정된 경우 비밀번호도 함께 전달한다.

[0083] ● 액세스 포인트 핸드오프 접속 모듈: 액세스 포인트 핸드오프 접속 모듈에서는 고속 Wi-Fi 핸드오프 알고리즘 모듈로부터 전달받은 액세스 포인트의 BSSID와 SSID, 비밀번호를 이용하여 해당 액세스 포인트에 유니캐스트 방식으로 접속한다. 액세스 포인트에 연결되면 스마트폰의 GUI를 갱신하여 사용자에게 알린다.

[0084] ● GUI: GUI는 현재 연결된 액세스 포인트의 상태 및 프로그램의 동작 과정을 보여준다. 현재 연결된 액세스 포인트의 상태에는 SSID, 채널 정보 및 RSSI 값을 도시하였으며, 개발한 myWiFiRoam의 시작 시간, 종료 시간 등 간단한 프로그램의 동작 과정은 로그에 표시하였다.

[0085] 도 10 및 도 11은 각각 본 발명의 실시예들이 제안하는 고속 핸드오프 방법의 프로토타입을 통한 실험 환경과 핸드오프 지연 시간의 측정 방법을 도시한 도면이다.

[0086] 본 발명의 실시예가 적용된 프로토타입 앱을 실험하기 위해 도 10의 (a)과 같이 테스트베드(test-bed)를 구축하였다. 도 10의 (b)는 실제로 구축한 테스트베드를 사진으로 도시한 것이다. Wi-Fi 핸드오프 테스트베드는 직선 도로 상에 100m 떨어진 두 개의 액세스 포인트로 구성된다. 구축한 Wi-Fi 핸드오프 테스트베드에서 실제 인터넷을 사용할 수 있도록 무선랜 액세스 포인트는 백홀 기능과 사용자 Wi-Fi 서비스를 모두 지원하는 일체형 액세스

포인트를 사용하였다. 이때 주위 간섭이 적은 5GHz 대역은 무선 백홀로 사용하고, 2.4GHz 대역을 이용해 Wi-Fi 서비스를 지원할 수 있도록 Wi-Fi 이동 네트워크를 구성하였다.

[0087] 핸드오프 지연시간 측정 방법은 도 11과 같다. 먼저, 트래픽 서버1에서 무선랜 AP1을 통해 'echo request' 패킷을 반복 전송한다. 이때, 'echo request' 패킷에 포함되는 payload 크기는 약 1.4MB이며 100ms 주기로 반복 전송된다. 다음으로 트래픽 서버2에서도 무선랜 AP2를 통해 'echo request' 패킷을 반복 전송한다. 단말기는 핸드오프 지연 시간을 측정하기 위해 무선랜 AP1 위치부터 무선랜 AP2 위치로 이동하고, 이때 단말기는 'echo request' 패킷을 성공적으로 수신하면 연결된 액세스 포인트를 통해 트래픽 서버에 'echo reply' 패킷을 전송한다. 각 트래픽 서버에서는 WireShark 프로그램을 이용해 패킷을 스니핑하고 'echo reply' 패킷이 도착한 시간을 측정한다. 핸드오프 지연 시간은 수학식 3과 같이 정의하였다.

수학식 3

[0088] $$T_{handoff} = t_2 - t_1$$

[0089] 여기서 $T_{handoff}$은 핸드오프 지연 시간을 의미하며, t_1은 트래픽 서버1에 마지막으로 'echo reply' 패킷이 도착한 시간, t_2는 트래픽 서버2에 처음 'echo reply'가 도착한 시간을 의미한다.

[0090] Wi-Fi 핸드오프 실험을 3회 반복한 경우 평균 Wi-Fi 핸드오프 지연 시간을 표 1에 도시하였다.

표 1

[0091]

항목	핸드오프 지연시간			
	1회	2회	3회	**평균**
본 발명이 미적용된 일반적인 스마트폰	1분 34초	1분 28초	1분 43초	**1분 35초**
본 발명에서 RSSI-based algorithm이 적용된 스마트폰	9.7초	4.2초	3.6초	**5.83초**
본 발명에서 Distance-based algorithm이 적용된 스마트폰	24.2초	1.5초	11.9초	**12.53초**

[0092] 표 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 핸드오프 방법이 적용된 스마트폰의 경우가 미적용된 스마트폰보다 핸드오프 지연 시간이 획기적으로 줄어든 것을 확인할 수 있다.

[0093] 본 발명의 실시예들에 따르면, 표준 Wi-Fi 프로토콜을 변경하지 않고, 이전 액세스 포인트와의 연결을 끊기 전에 주기적으로 현재 접속한 액세스 포인트로부터의 수신 신호 세기를 확인하고 주위의 새로운 액세스 포인트를 검색하는 방식을 통해 수신 신호 세기 또는 거리 기반의 알고리즘을 사용하여 고속으로 Wi-Fi 핸드오프를 수행함으로써, 핸드오프 지연 시간을 획기적으로 감소시킬 수 있다.

[0094] 한편, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.

[0095] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인 (functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.

[0096] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있

는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0097] 10: 단말기

11: 통신부 13: 메모리

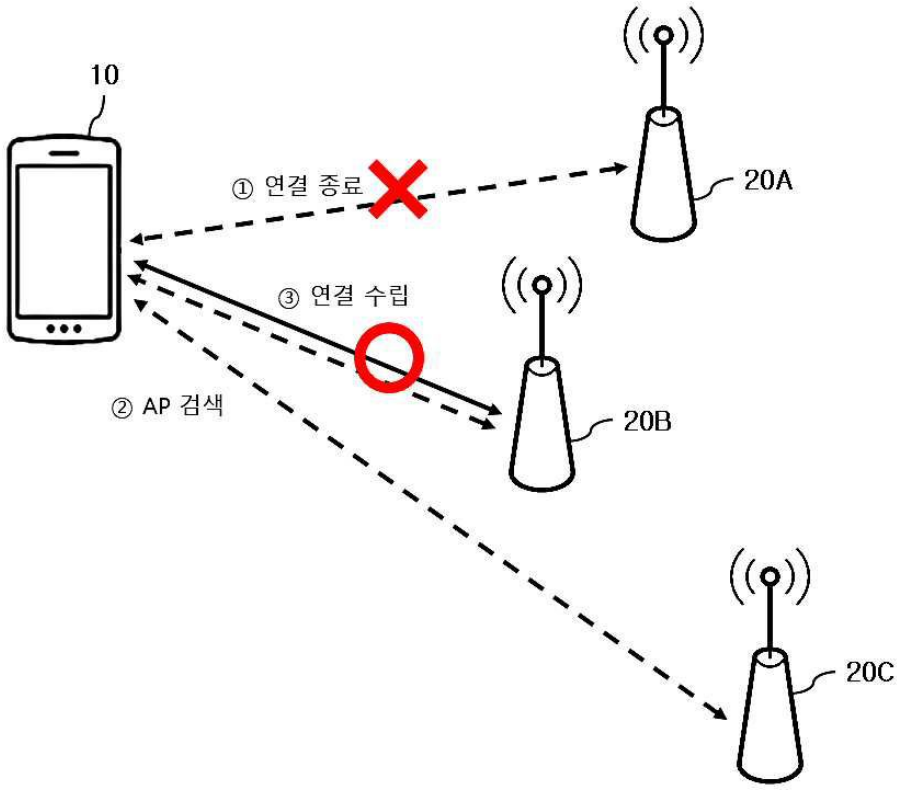
15: 프로세서

17: GPS 수신부 19: 가속도 센서

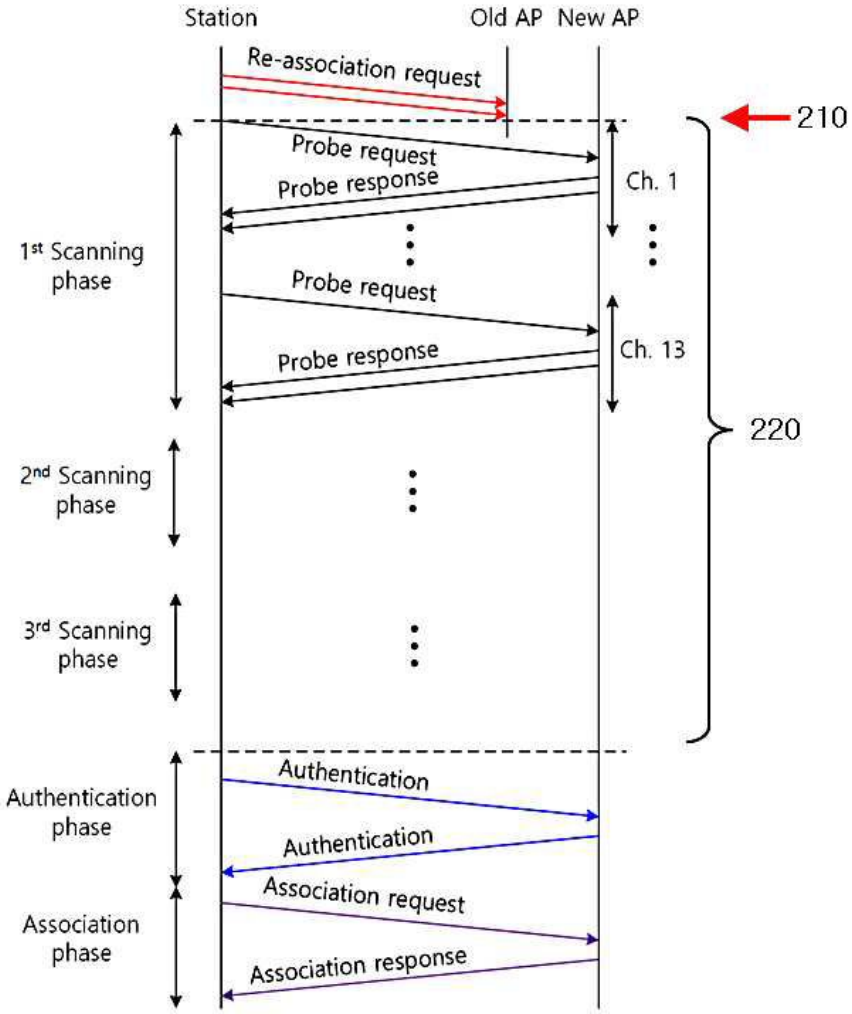
20, 20A, 20B, 20C: 액세스 포인트

도면

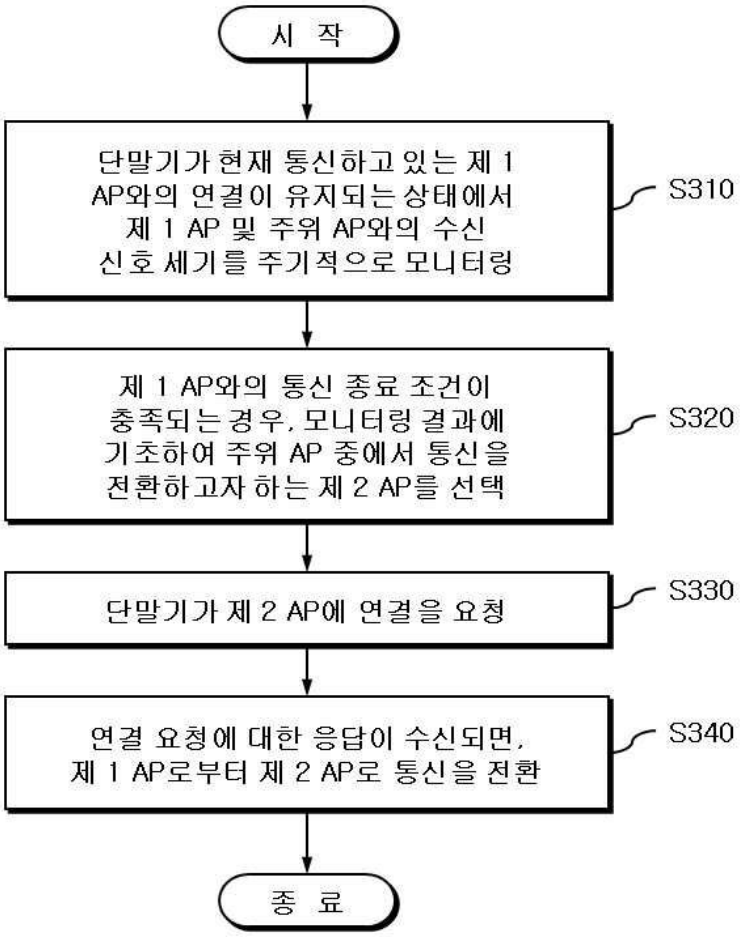
도면1



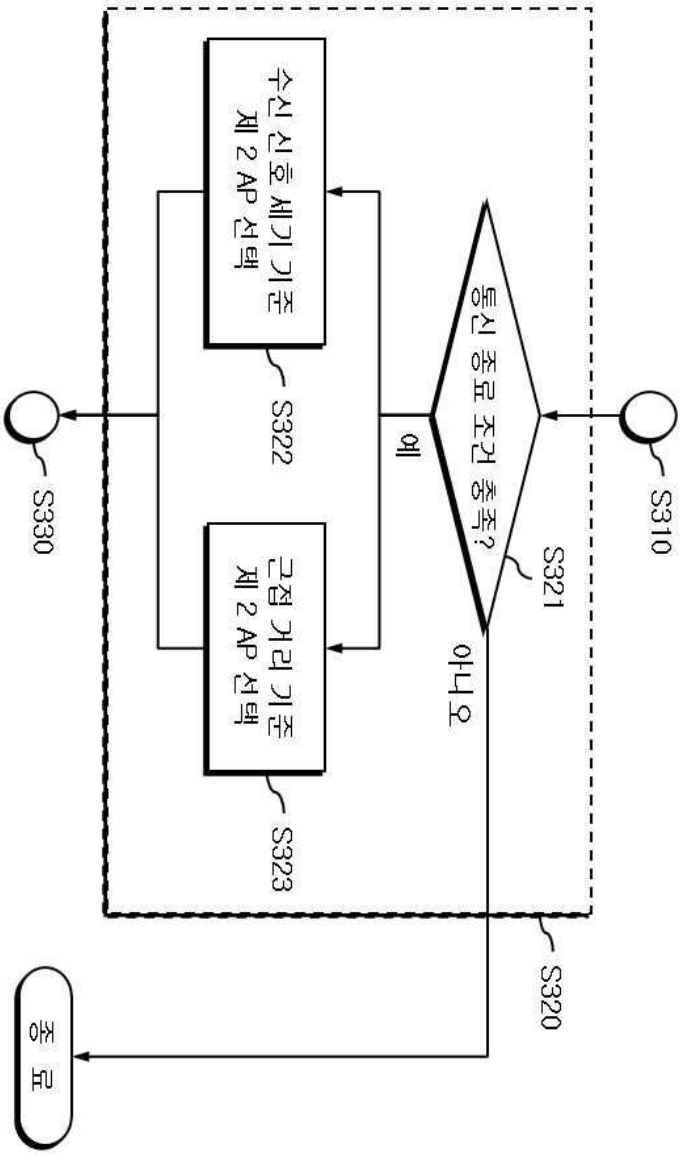
도면2


Station
Old AP
New AP
Re-association request
210
Probe request
Probe response
Ch. 1
1st Scanning phase
Probe request
Probe response
Ch. 13
220
2nd Scanning phase
3rd Scanning phase
Authentication phase
Authentication
Authentication
Association phase
Association request
Association response

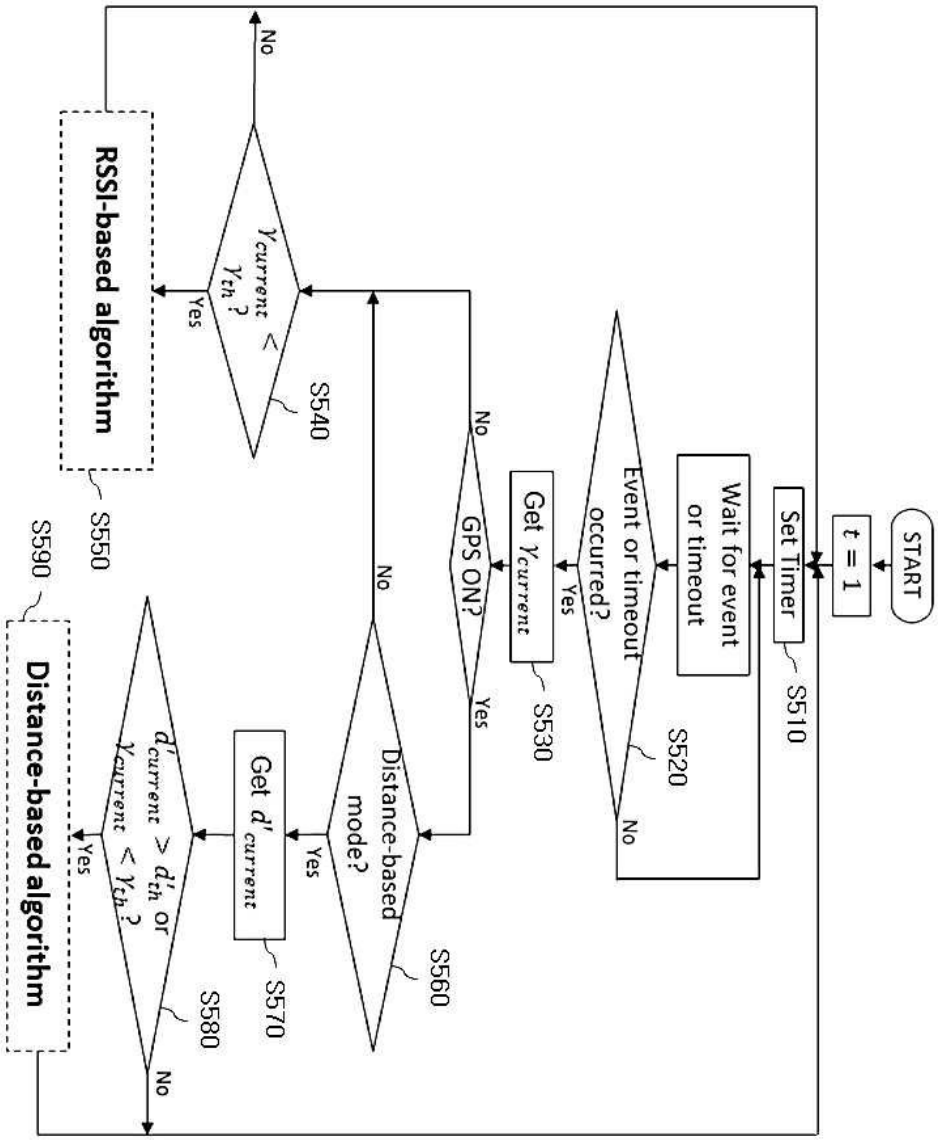
도면3


시 작
단말기가 현재 통신하고 있는 제 1 AP와의 연결이 유지되는 상태에서 제 1 AP 및 주위 AP와의 수신 신호 세기를 주기적으로 모니터링
S310
제 1 AP와의 통신 종료 조건이 충족되는 경우, 모니터링 결과에 기초하여 주위 AP 중에서 통신을 전환하고자 하는 제 2 AP를 선택
S320
단말기가 제 2 AP에 연결을 요청
S330
연결 요청에 대한 응답이 수신되면, 제 1 AP로부터 제 2 AP로 통신을 전환
S340
종 료

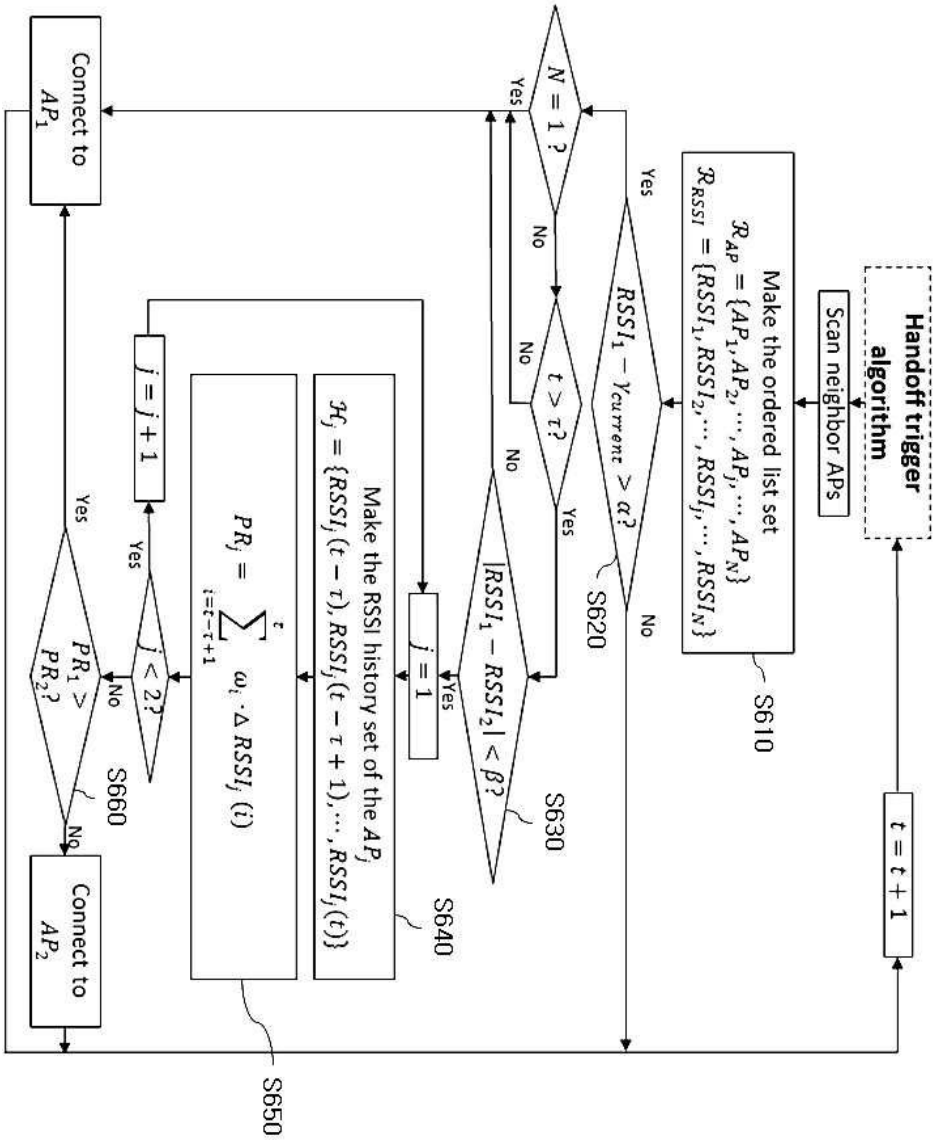
도면4


S310
통신 종료 조건 충족?
S321
예
아니오
수신 신호 세기 기준 제 2 AP 선택
S322
근접 거리 기준 제 2 AP 선택
S323
S320
S330
종료

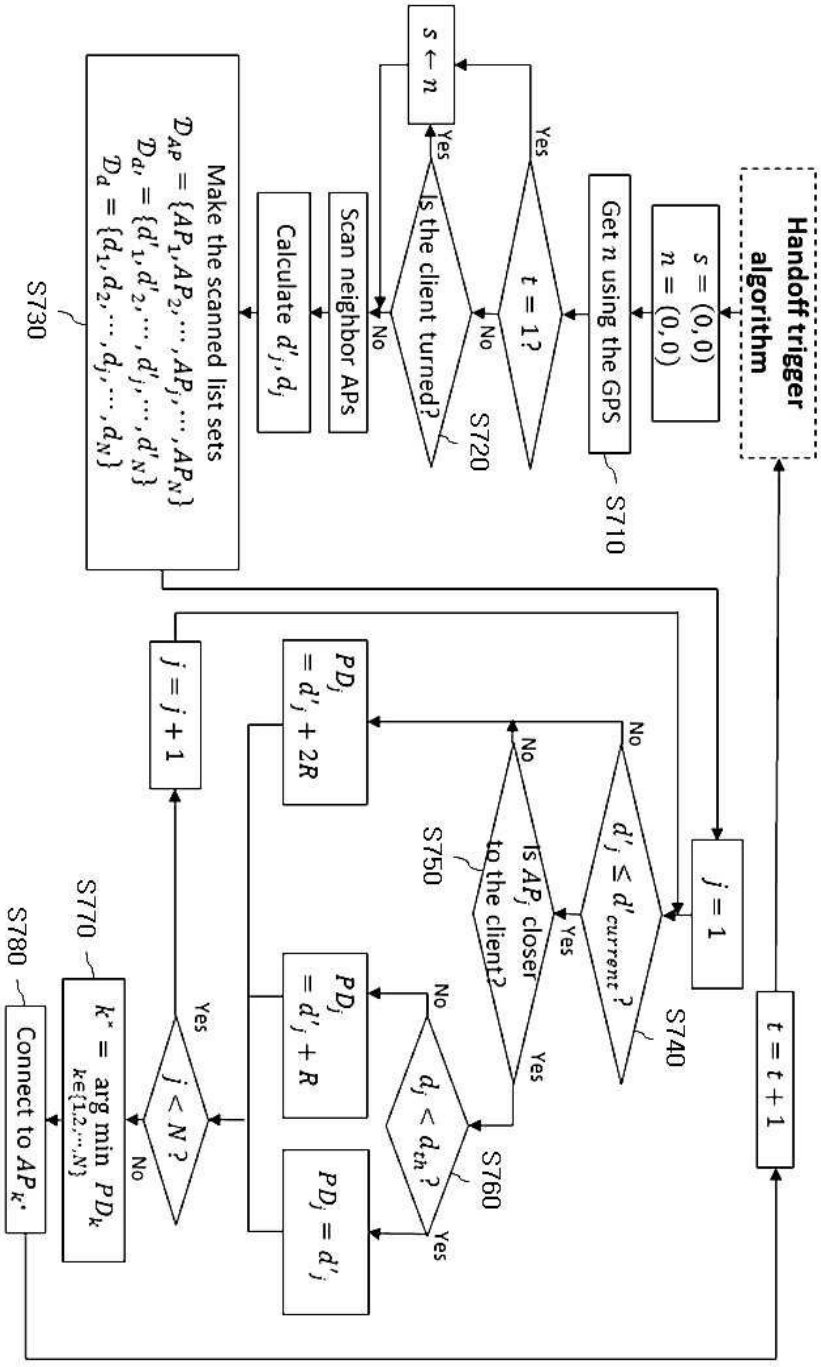
도면5


START
$t = 1$
Set Timer
S510
Wait for event or timeout
Event or timeout occurred?
S520
No
Yes
Get $\gamma_{current}$
S530
GPS ON?
No
Yes
$\gamma_{current} < \gamma_{th}$?
S540
Yes
No
Distance-based mode?
No
Yes
Get $d'_{current}$
S570
$d'_{current} > d'_{th}$ or $\gamma_{current} < \gamma_{th}$?
S580
Yes
No
RSSI-based algorithm
S550
Distance-based algorithm
S590

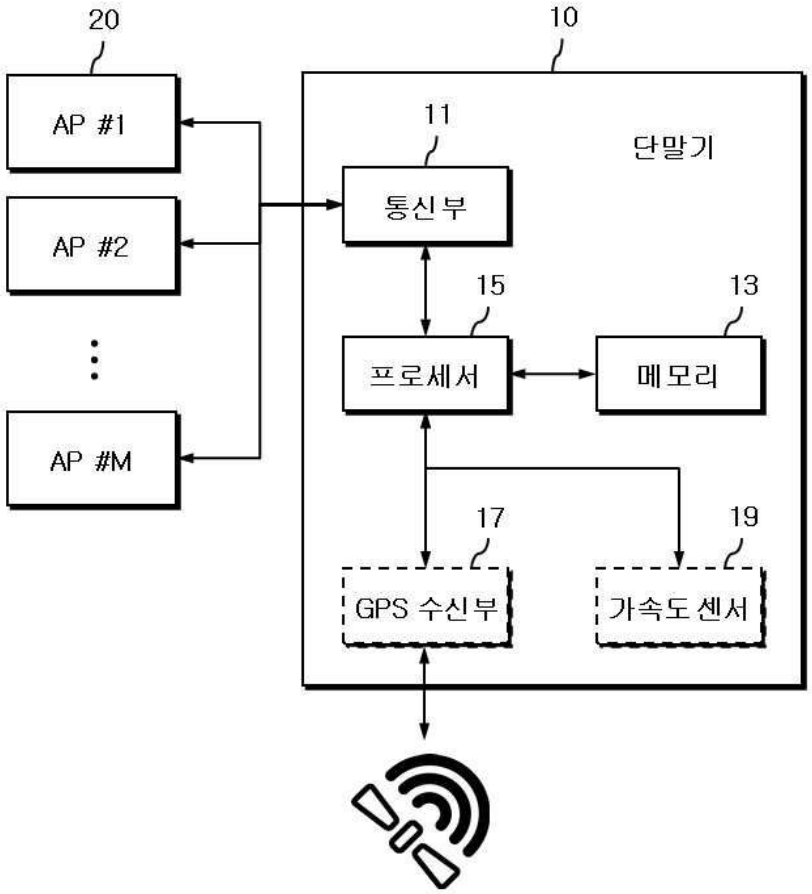
도면6


Handoff trigger algorithm
Scan neighbor APs
Make the ordered list set
$\mathcal{R}_{AP} = \{AP_1, AP_2, \cdots, AP_j, \cdots, AP_N\}$
$\mathcal{R}_{RSSI} = \{RSSI_1, RSSI_2, \cdots, RSSI_j, \cdots, RSSI_N\}$
S610
$RSSI_1 - \gamma_{current} > \alpha$?
S620
$|RSSI_1 - RSSI_2| < \beta$?
S630
Make the RSSI history set of the AP_j
$\mathcal{H}_j = \{RSSI_j(t-\tau), RSSI_j(t-\tau+1), \cdots, RSSI_j(t)\}$
S640
$PR_j = \sum_{i=t-\tau+1}^{t} \omega_i \cdot \Delta RSSI_j(i)$
S650
$PR_1 > PR_2$?
S660
$N = 1$?
$t > \tau$?
$j = 1$
$j = j + 1$
$j < 2$?
Connect to AP_1
Connect to AP_2
$t = t + 1$
Yes
No

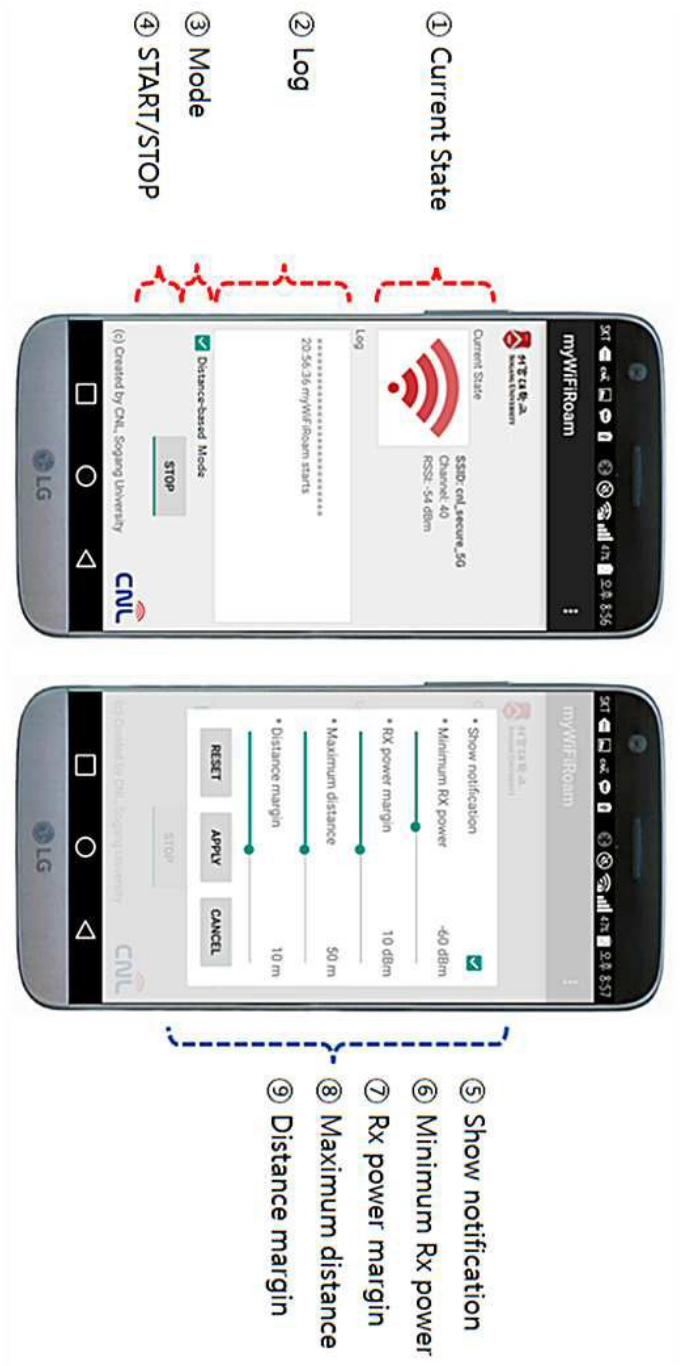
도면7


Handoff trigger algorithm
$s = (0,0)$
$n = (0,0)$
Get n using the GPS
S710
$t = 1$?
Yes
No
Is the client turned?
S720
Yes
No
$s \leftarrow n$
Scan neighbor APs
Calculate d'_j, d_j
Make the scanned list sets
$\mathcal{D}_{AP} = \{AP_1, AP_2, \cdots, AP_j, \cdots, AP_N\}$
$\mathcal{D}_{d'} = \{d'_1, d'_2, \cdots, d'_j, \cdots, d'_N\}$
$\mathcal{D}_d = \{d_1, d_2, \cdots, d_j, \cdots, d_N\}$
S730
$j = 1$
$d'_j \leq d'_{current}$?
S740
No
Yes
Is AP_j closer to the client?
S750
No
Yes
$d_j < d_{th}$?
S760
No
Yes
$PD_j = d'_j + 2R$
$PD_j = d'_j + R$
$PD_j = d'_j$
$j = j + 1$
$j < N$?
Yes
No
$k^* = \arg\min_{k \in \{1,2,\cdots,N\}} PD_k$
S770
Connect to AP_{k^*}
S780
$t = t + 1$

도면8

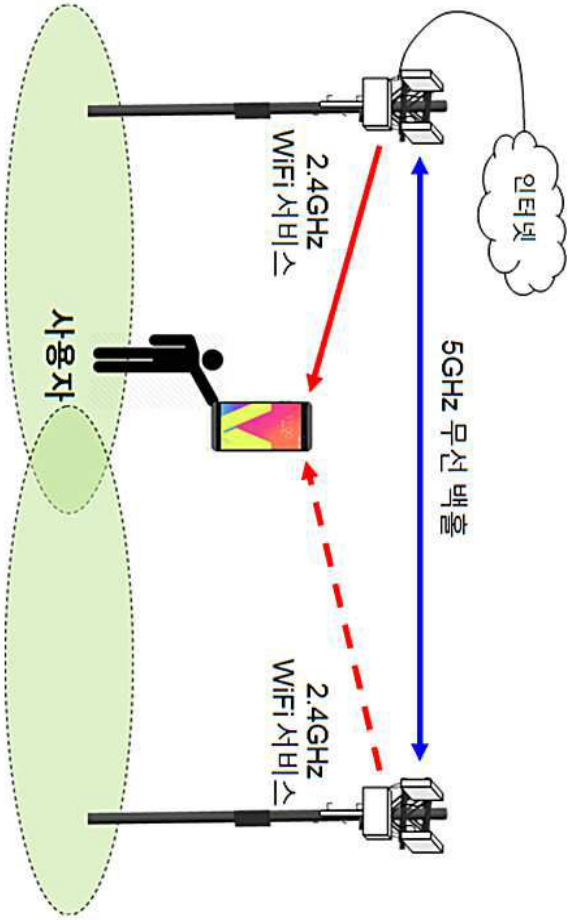


도면9


① Current State
② Log
③ Mode
④ START/STOP
⑤ Show notification
⑥ Minimum Rx power
⑦ Rx power margin
⑧ Maximum distance
⑨ Distance margin
myWiFiRoam
Current State
Log
Distance-based Mode
STOP
RESET
APPLY
CANCEL

도면10

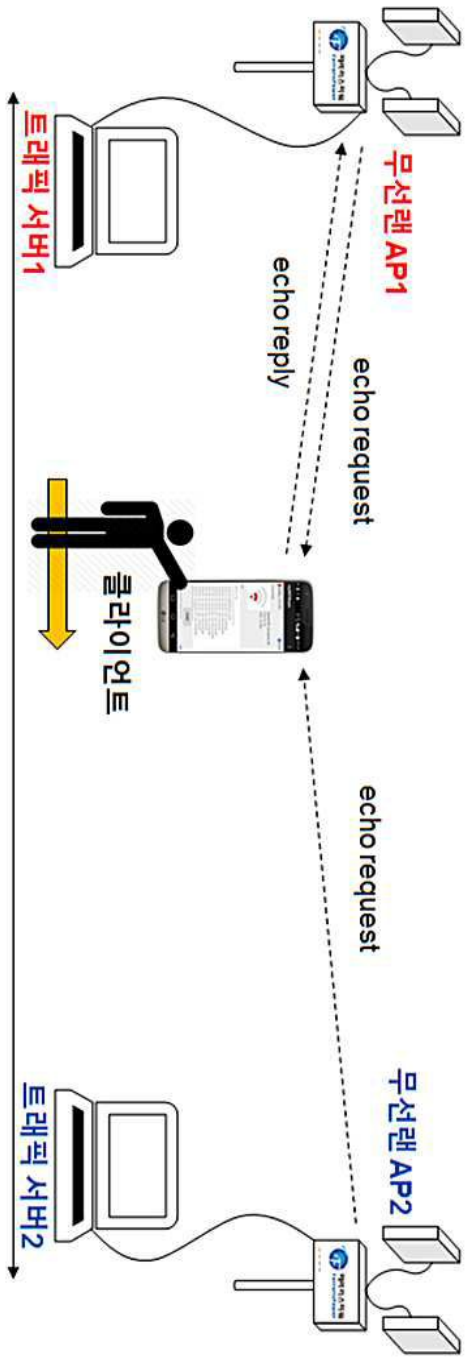
(a)



(b)



도면11


트래픽 서버1
무선랜 AP1
echo reply
echo request
클라이언트
echo request
무선랜 AP2
트래픽 서버2