

3 차원 핸드오버를 위한 최적 WLAN AP 위치 결정

박경남, 박경준
DGIST

{nonneco33, kjp}@dgist.ac.kr

Optimal WLAN AP Location Decision for Handover in 3-dimensional Space

Kyung-Nam Park, Kyung-Joon Park
DGIST

요 약

본 논문은 일반적인 WLAN 환경이 아닌 AP가 공중에 위치한 공중 네트워크의 경우 일반적인 WLAN 환경과의 차이점을 살펴보았다. 특히 3차원을 고려한 핸드오버 문제를 위한 최적의 WLAN AP 위치 결정 방법을 소개한다.

I. 서 론

이동 통신 기술의 발달과 함께 인류는 고속의 이동성과 넓은 활동 범위를 갖게 되었고, 이로 인해 좁은 지역 내에서의 네트워크가 아닌 범지구적인 네트워크를 구성할 수 있게 되었다. 하지만 활동 범위가 넓어짐에 따라 언제 어디서나 높은 통신속도와 신호 안정성이 요구되고 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 등장한 해결책으로 사용자들에게 일정한 수준 이상의 네트워크 성능을 보장하기 위해 드론과 같은 무인 비행물체를 띄워 공중 네트워크를 구성하는 방법이 고려되고 있다. 이러한 방법은 특히 재난지역이나 러시아워와 같은 네트워크 인프라가 제 기능을 하지 못하는 경우 네트워크를 구성할 수 있는 매우 유용한 방법이다 [1].

드론의 경우 제한된 무게 및 배터리 등과 같은 제약 조건들이 존재하기 때문에 추가적인 장비의 설치를 최소화하면서 적절한 파워 소모 및 통신 커버리지를 제공할 수 있는 IEEE 802.11 WLAN 방식이 통신 기술로 주로 사용된다. 그런데, 셀룰라망의 경우 통신 커버리지가 넓기 때문에 핸드오버 시도 횟수가 많지 않은 반면 WLAN의 경우 셀룰라망에 비해 커버리지가 상대적으로 좁고 드론의 높이에 따라 커버리지가 유동적이므로 네트워크 내의 사용자들이 이동을 자주 할수록 빈번한 핸드오버가 요구된다. 또한 WLAN 망 사이의 긴 재접속 요구시간에 의해 연속적인 핸드오버의 제공이 어렵다. 이러한 이유로 기존의 핸드오버 결정 알고리즘은 WLAN AP들이 모두 같은 커버리지를 가지고 있다고 가정을 하기 때문에 공중 네트워크 적용하기에는 적합하지 않다 [2].

본 논문에서는 Received Signal Strength (RSS) 기반의 최적 WLAN AP 위치 결정방법을 소개한다. 이 방법은 드론 간의 거리와 높이를 조절함으로써 드론의 커버리지를 결정한다. 이를 통해서 3 차원 AP가 지상에서의 핸드오버를 효과적으로 다룰 수 있도록 한다.

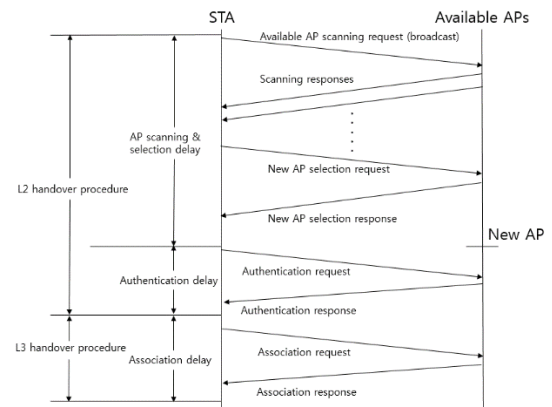


그림 1. WLAN 핸드오버 과정

기본적으로 WLAN 핸드오버는 L2 핸드오버 과정과 L3 핸드오버 과정으로 나누어진다. 그림 1은 WLAN에서의 핸드오버 과정을 보여준다. L2 핸드오버 과정은 기지국 간의 채널 정보를 공유하는 과정, 그리고 셀 선택 및 인증을 포함하고, L3 핸드오버 과정은 실질적으로 핸드오버를 하기 위한 과정으로 Care-of-Address 생성 및 바인딩 테이블 생성 과정을 포함한다. 원활한 핸드오버를 위해서는 충분한 L2 핸드오버 시간과 L3 핸드오버 시간이 보장되어야 한다. 만약 충분한 핸드오버 시간이 보장되지 않으면 핸드오버 과정이 이루어지는 동안 두 AP 간의 겹치는 영역에서 벗어나게 될 수 있으며, 이 경우 올바른 핸드오버가 이루어 지지 않게 된다.

기존의 WLAN 환경과 공중 네트워크와의 가장 큰 차이점은 AP인 드론이 지면이 아닌 공중에 존재한다는 것이다. 이 때 지상에 위치하는 사용자들에 대한 드론의 커버리지는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$A = \pi d^2 = \pi(R^2 - h^2)$$

이 식에서 h는 드론의 높이, R은 드론의 통신반경을 뜻한다. 이 경우에 d는 지상의 사용자들에 대한 드론의 커버리지가 된다. 다시 말해서 채널 환경의 변화 등으로

II. 본론

인해 드론의 통신 커버리지가 변하지 않는 이상 드론의 커버리지를 바꿀 수 있는 방법으로는 통신 파워 조절 또는 드론의 높이 조절이 존재한다.

핸드오버 알고리즘은 많은 연구가 이루어져 다양한 알고리즘이 존재하는데 본 논문에서는 RSS 기반의 알고리즘을 사용한다. RSS 는 다음과 같이 표현 가능하다.

$$RSS = P_0 - 10\log\left(\frac{d}{d_0}\right) + X$$

P_0 는 d_0 지점에서의 파워를 의미하며 n 은 path loss coefficient, 마지막으로 X 는 zero-mean Gaussian random variable 로 표현되는 shadow fading 을 의미한다.

기존의 핸드오버 알고리즘에서는 두 AP 들에 대한 RSS 가 같아지는 지점에서 대부분의 L3 핸드오버가 일어난다. 이 때 두 AP 들과 사용자 간의 거리를 D_{same_RSS} 로 표현하면 다음과 같다.

$$D_{same_RSS} = \sqrt{\left(\frac{A \times D_{01,02}}{1-A}\right)^2 + \frac{A}{1-A}(D_{01,02}^2 + h_2^2) - \left(\frac{1}{1-A} \times h_2^2\right) + \frac{A \times D_{01,02}}{1-A}} \quad [3]$$

이 때 $A = 10^{\frac{P_1 - P_2}{5\beta}}$ 이다.

기존의 RSS 기반의 핸드오버 알고리즘은 AP 의 커버리지가 일정하다고 가정한다. 이 경우에 위 식에 따르면 이상적인 L3 핸드오버를 위한 D_{same_RSS} 은 두 AP 들의 커버리지가 겹치는 영역의 중심이 된다.

하지만 앞서 언급한 것처럼 드론은 여러 가지 환경에 따라 다양한 커버리지를 가지게 되는데 두 드론들의 커버리지가 다를 경우 이상적인 L3 핸드오버가 불가능하게 된다. 본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위한 방법으로 공중 네트워크에서 끊김 없는 핸드오버 보장을 위해 모든 커버리지가 같아지도록 드론의 높이 및 위치를 조절하는 방법을 제안한다.

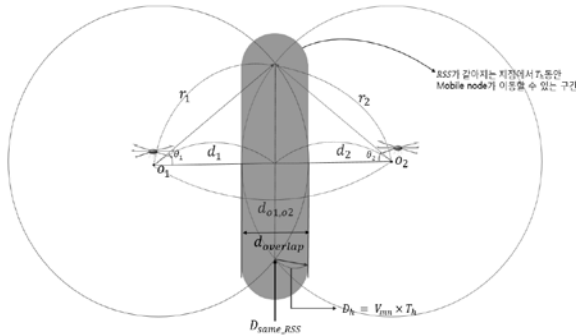


그림 2. 끊김 없는 핸드오버 성공 확률 분석

드론 간의 RSS 를 동일하게 조절하더라도 커버리지의 겹치는 영역이 매우 넓다면 통신 신호 간섭 문제로 인해 파워 소모와 데이터 전송량 측면에서 비효율적인 통신을 하게 된다. 따라서 드론 간의 신호 간섭을 줄이면서도 끊김 없는 핸드오버는 보장할 수 있는 적절한 커버리지 겹침 넓이를 찾는 것 또한 중요하다. 그림 2 의 회색으로 표시된 영역은 L3 핸드오버가 일어나기 시작해서 끝나는 시점에 사용자가 이동할 수 있는 구간을 뜻한다. 만약 L3 핸드오버가 끝나기 전에 커버리지의 겹치는 부분을 벗어난다면 핸드오버의 끊김을 의미한다. 끊김 없는 핸드오버 성공 확률을 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$P_s = \frac{W_{overlap}}{\pi D_h^2 + 4D_h \times r_1 \times \sin\theta_1}$$

$W_{overlap}$ 은 드론 간 커버리지의 겹침 영역을 나타낸다.

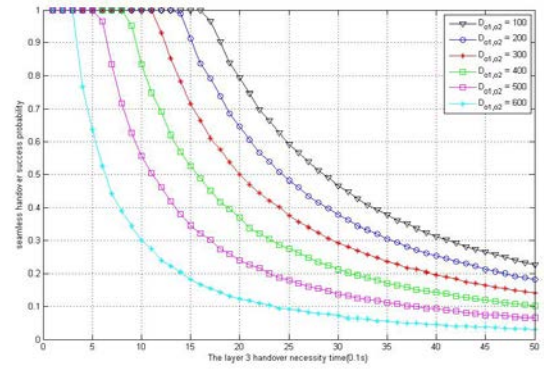


그림 3. 여러 조건 변화에 따른 끊김 없는 핸드오버 성공 확률

그림 3 은 드론 간 거리 변화와 L3 핸드오버 요구 시간에 따른 끊김 없는 핸드오버 성공 확률을 보여준다. 드론 간 거리가 멀어질수록 커버리지 겹침 영역이 줄어들게 되므로 끊김 없는 핸드오버 성공 확률이 낮아지게 된다. 그리고 L3 핸드오버 요구시간이 길어질수록 끊김 없는 핸드오버 성공 확률이 줄어든다. 드론 간의 거리가 짧은 것이 끊김 없는 핸드오버의 성공률을 높여주지만 너무 짧은 거리는 드론 간 신호 간섭 문제의 원인이 될 수도 있다. 따라서 L3 핸드오버 요구 시간에 따른 적당한 드론 간의 거리를 정할 필요가 있다.

III. 결론

본 논문에서는 3 차원에서 드론이 AP 역할을 하는 공중 네트워크에 대해 소개하였다. 그리고 일반적인 WLAN 과 공중 네트워크와의 차이점에 대해 살펴보고 드론 간의 끊김 없는 핸드오버 보장을 위해 드론의 통신 커버리지를 드론의 높이를 이용해 조절하는 방법을 제안하였다. 또한 드론 간 신호 간섭을 줄임과 동시에 적절한 커버리지 겹침 넓이를 찾기 위한 끊김 없는 핸드오버 성공 확률을 제안하였다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by Samsung Research Funding Center of Samsung Electronics under Project Number SRFC-IT1401-09.

참 고 문 헌

- [1] M. Asadpour, B. Van den Bergh, D. Giustiniano, K. A. Hummel, S. Pollin, and B. Plattner, "Micro aerial vehicle networks: An experimental analysis of challenges and opportunities," Communications Magazine, IEEE, vol. 52, no. 7, pp. 141-149, 2014.
- [2] X. Yan, Y. A. S, ekericioglu, and S. Narayanan, "A survey of vertical ~ handover decision algorithms in fourth generation heterogeneous wireless networks," Computer Networks, vol. 54, no. 11, pp. 1848-1863, 2010.
- [3] I. F. Akyildiz, J. Xie, and S. Mohanty, "A survey of mobility management in next-generation all-ip-based wireless systems," Wireless Communications, IEEE, vol. 11, no. 4, pp. 16-28, 2004.