

GPS정보를 이용한 위치기반 핸드오프의 설계 및 구현

한승호* · 양승철* · 김종덕*

*부산대학교 컴퓨터공학과

Design and Implementation of High Throughput Geographical Handoff Using GPS Information

Seung-ho Han* · Seung-chur Yang* · Jong-duok Kim*

*Department of Computer Science and Engineering, Pusan National University

E-mail : comjung@pusan.ac.kr

요 약

IEEE 802.11 무선랜은 광대역 무선접속 네트워크를 지원하기 위한 가장 대중화된 통신 프로토콜이다. 최근 이동 중에도 무선랜을 통해 실시간 멀티미디어 서비스에 대한 사용자 요구가 증가하고 있다. 이동성을 지원하기 위해서는 단말의 핸드오프 기능이 필수적이다. 그러나 IEEE 802.11 무선랜의 핸드오프 기법은 최고 300ms의 지연 시간을 가지며, 관련연구의 무선랜 핸드오프 기법은 접속할 무선 액세스 포인트의 검색 및 재접속 및 인증과정에 초점을 맞추고 있다. 이동 중인 휴대 단말일 경우 빈번하게 핸드오프가 발생하며 이를 위한 고려가 상대적으로 부족하다. 본 논문에서는 GPS 위치 정보와 수신신호세기를 이용하여 핸드오프 지점을 예측하고 높은 전송 대역폭을 보장 받는 핸드오프 알고리즘을 제안한다. 제안한 핸드오프 방법을 구현하고 성능을 검증하여 알고리즘의 우수함을 확인하였다.

ABSTRACT

The most popular communication protocol is those defined by the IEEE 802.11 WLAN to support broadband internet connection. The demand for real-time multimedia service is increasing through WLAN on the road. The Hand-off function of mobile terminal is essential to support mobility. But, the hand-off function of IEEE 802.11 WLANs has the latency up to 300ms, and recent research has focusing on channel scanning and reconnection to AP and certification process of AP. It is also the lack of consideration in related works that hand-off happens frequently when the mobile node is moving. This paper proposed the hand-off algorithm that guarantees high throughput and estimates the point which may occur hand-off using GPS information and RSSI. We implement the proposed hand-off function that achieves the best performance.

키워드

예측핸드오프, GPS, IEEE 802.11 무선랜, RSSI, 노드이동속도

1. 서 론

IEEE 802.11 기반의 무선랜(Wireless LAN) 서비스는 편리한 네트워크(Network)의 접속성뿐만 아니라 고속의 전송속도를 지원하며 사용 범위와 효율성이 매우 넓어, 광대역 무선접속 네트워크를 지원하기 위한 가장 대중화된 통신 프로토콜로

자리매김 했다. 이러한 장점으로 인해 무선랜을 이용한 서비스는 컴벤션 센터, 캠퍼스, 공항, 카페 등 공공기관 등에서 어렵지 않게 접할 수 있다.

또한 IEEE 802.11 기반의 무선랜 모듈은 랩탑, PDA, PMP, 게임기 등 많은 모바일 기기에 탑재되어 더욱 빠르게 확산되고 있으며, 이를 이용하여 이동 중에도 무선랜을 통하여 실시간 멀티미디어 서비스에 대한 사용자 요구가 증가하고 있다.

이러한 서비스를 제공하기 위해서는 일정한 서비스 지역을 덮기 위해 다중의 액세스포인트(Access Point)들이 필요하게 되며, 서비스 받는

“이 논문 또는 저서는 2009년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임”(지역거점연구단육성사업/차세대물류IT기술연구사업단)

노드(Node)가 이동함에 따라 핸드오프(Handoff)가 필요하게 된다. IEEE 802.11에서도 간단한 핸드오프 기능을 통해 어느 정도의 이동성을 보장하고 있다. 그러나 셀룰러(Cellular)통신과 달리 IEEE 802.11은 하드핸드오프(Hard-handoff) 방식을 취하고 있다. 하드핸드오프는 기존 액세스포인트와 연결이 끊어지거나, 연결을 끊은 후 새로운 액세스포인트로 접속하는 방식을 말한다. 따라서 IEEE 802.11에서는 핸드오프 도중 접속 단절로 데이터의 전송이 끊어지는 시간이 존재한다. 이 시간은 핸드오프에 걸리는 시간에 비례하며, 최대 300ms이상의 지연시간을 가진다. 이는 ITU (International Telecommunication Union)에서 원활한 음성 통신을 위해 권고한 150ms보다 크며, 300ms가 넘는 핸드오프 지연시간을 가진 IEEE 802.11가 VoIP(Voice over IP)와 같은 실시간 서비스를 지원하는데 커다란 문제점으로 나타날 수 있다. 그렇기 때문에 핸드오프 지연시간을 줄이기 위한 많은 연구들이 진행되어 왔다. 하지만 기존 연구들은 핸드오프과정 중 액세스포인트의 검색, 재접속 및 인증과정에 주로 초점을 맞추고 있다.

또한 실시간 멀티미디어 서비스를 하기 위해서는 충분한 대역폭을 보장해줘야 한다. 이에 본 논문에서는 GPS(Global Positioning System)위치 정보와 수신신호세기를 이용하여 핸드오프 지점을 예측하고 높은 전송 대역폭을 보장 받는 핸드오프 알고리즘을 제안하고 설계 및 구현을 통하여 검증하였다.

본 논문의 앞부분의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 기존 연구를 바탕으로 채널 검색과정과 신호세기 분석을 통하여 문제점을 찾고, 해결 방법을 제시하도록 했다. 3장에서는 높은 대역폭을 보장 받을수 있는 위치기반의 핸드오프 알고리즘을 제안하고, 4장에서는 성능을 비교 분석하였다. 마지막으로 5장에서는 본 논문의 내용을 정리하고 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

IEEE 802.11에 대한 표준이 제정될 당시 넓은 지역 간의 이동은 고려하지 않았기 때문에, 핸드오프에 대한 연구가 매우 부족했으며 표준도 제정되지 않았다. 따라서 현재 핸드오프는 기존 액세스포인트와 연결이 끊어지거나 새로운 액세스포인트로 이동하여야 할 경우, IEEE 802.11네트워크에 처음으로 접속하기 위해 액세스포인트를 찾는 과정을 이용하여 핸드오프를 구현하고 있다. 이때 액세스포인트를 찾는 과정 중 채널 검색 지연시간이 핸드오프 지연시간의 대부분을 차지하고 있음이 기존 연구를 통해 증명되었고, 이와 관련하여 표 1과 같이 많은 핸드오프관련 연구들이 채널 검색에 초점을 맞추고 있다. 하지만 연결중인 액세스포인트와 연결 단절 후 채널검색을 시작할 경우 채널검색 지연시간만큼 연결 단절이

표 1 핸드오프 연구 분류

분 류
Scanning(Active & Passive) [1][2][3][4][5]
Multi Interface [7][10]
Pattern [5]
RSSI [3][6][7]
GPS [8][9]

더 발생하게 된다. 또한 액세스포인트와 연결 단절 전 핸드오프 시점을 예측할 경우 기존에는 RSSI를 이용하기 때문에 부정확한 예측으로 핸드오프가 발생하기 쉽다.

또한 두 개 이상의 인터페이스를 사용하여 채널검색과 데이터통신을 분리 할 경우 자원이 낭비되는 단점이 발생하며, 이동패턴을 이용한 핸드오프는 많은 이동패턴의 관리로 인한 오버헤드(Overhead)와 새로운 패턴의 발생 시 대응하지 못하게 된다.

그리고 GPS를 이용한 기존연구에서의 핸드오프는 액세스포인트의 위치정보를 사전에 알고 있어야 하며, 단순히 위치만을 가지고 핸드오프하기 때문에 많은 문제점을 내포하고 있다.

2.1 IEEE 802.11 검색과정

IEEE 802.11 무선랜 환경에서 무선 노드는 주기적으로 액세스포인트와 상태를 확인 및 갱신하다가 원활한 서비스 제공이 불가능 하다고 판단될 때 핸드오프를 결정하게 되는데 이때 새로운 액세스포인트를 찾기 위해 검색과정이 수행된다.

IEEE 802.11표준은 2가지 검색기능을 제공하는데, 이는 능동검색(Active Scanning)과 수동검색(Passive Scanning)이다.

능동검색은 이동노드가 새로운 액세스포인트와 연결이 필요할 때 프로브 요청 프레임(Probe Request Frame)을 브로드캐스트하며 응답 가능한 액세스포인트로부터 MAC주소와 같은 액세스포인트의 정보가 포함된 프로브 응답 프레임(Probe Response Frame)를 받으며 이때 걸리는 시간을 프로브 응답 대기 시간(Probe Response Wait Time)라 한다. 이과정은 모든 채널에 대해서 일어나며, 802.11b/g에서는 11개 채널을 사용하기 때문에 많은 채널 스위칭 시간이 소모된다.

수동검색은 액세스포인트가 약 100ms간격으로 브로드캐스트하는 비콘 프레임을 이동노드가 수신하면서 이루어진다. 이 과정 또한 모든 채널에 대해서 수행한 후 수신한 비콘 프레임의 신호 세기를 분석하여 가장 높은 신호 세기의 비콘 프레임을 보낸 액세스포인트와 접속을 시도하게 된다.

이시간은 핸드오프 수행 시간 중 약 90%를 차지한다. 그렇기 때문에 본 논문에서는 액세스포인트의 위치테이블을 사용하여 채널검색으로 인한 지연시간을 줄이도록 하겠다.

2.2 IEEE 802.11 신호세기

RSSI(Received Signal Strength Indication)는

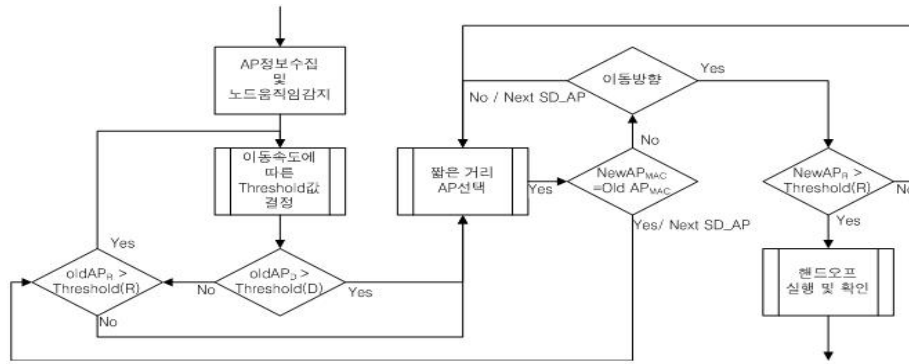


그림 1. 위치기반 핸드오프 알고리즘

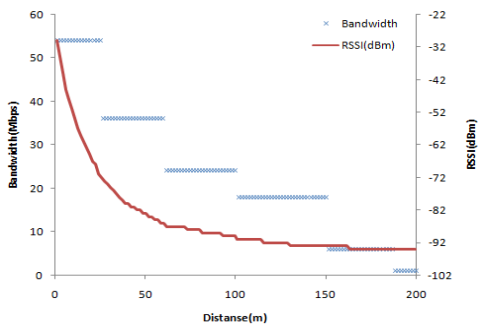


그림 2. RSSI, 대역폭, 거리의 관계

무선 환경에서 사용하는 RF(Radio Frequency)시그널의 상대적인 크기를 나타내는 값으로 신호 크기는 dBm 단위로 측정할 수 있다. 현재 RSSI는 IEEE 802.11에서 연결할 액세스포인트 선택에 있어 중요한 역할을 하고 있다. 또한 RSSI값은 일반적으로 그림 2와 같은 상관관계를 가지고 있다.

즉 RSSI는 거리와 대역폭과 밀접한 관계를 가지고 있으며, RSSI를 이용하여 액세스포인트의 대략적인 위치도 가늠할 수 있다. 하지만 RSSI는 액세스포인트 또는 노드의 주변 환경에 아주 민감하기 때문에 정확한 척도가 될 수 없다. 또한 순간적인 간섭으로 인하여 좋은 액세스포인트가 선택에서 제외 될 수 있으며, 진행방향등을 고려하지 않고 이동노드의 반대 방향에 있는 액세스포인트의 선택할 경우 약간의 이동에도 급격히 RSSI가 저하되기도 한다. 그럼에도 앞서 언급했듯이 IEEE 802.11에서는 액세스포인트 선택에 있어서 절대적인 척도로 사용하고 있다. 이에 본 논문에서는 거리에 따른 RSSI를 판단기준으로 하여 핸드오프시 충분한 대역폭을 보장받는 척도로 사용하도록 하였다.

III. 위치기반 핸드오프 알고리즘

앞 장에서 살펴본 바와 같이 IEEE 802.11의 핸드오프는 채널검색시간에 많은 시간을 소비하게

되며, RSSI만 비교하여 핸드오프를 시행할 경우 이동방향, 주변 환경의 영향으로 대역폭을 보장 받을 수 없게 된다.

이에 우리는 GPS의 위치정보를 이용하여 핸드오프를 미리 예측하고 좋은 대역폭을 보장 받을 수 있는 알고리즘을 제안하고자한다.

3.1 제안 위치기반 알고리즘

우리가 제안하는 알고리즘은 그림 1과 같다. 초기에는 노드는 주변 액세스포인트가 100ms 간격으로 브로드캐스트하는 비콘을 통하여 위치정보, RSSI정보를 수집하게 된다. 이때 노드의 이동이 감지되었을 경우 노드의 이동속력에 따라 Threshold(D)를 결정하게 된다.

결정된 Threshold(D)는 현재 연결된 액세스포인트와 충분한 대역폭을 보장받을 수 있는 거리를 의미하며 이 거리동안에 불필요한 핸드오프를 방지하기 위한 값이다.

노드의 이동에 따라 연결된 액세스포인트와 노드의 거리가 정해진 Threshold(D)값을 넘어갈 경우 위치기반 핸드오프 알고리즘이 수행되고, Threshold(D)의 값보다 가까이 있을 경우 대역폭 보장을 위하여 현재 RSSI와 Threshold(R)를 비교하여 핸드오프 알고리즘의 수행여부를 결정한다. Threshold(R)은 거리에 따른 RSSI를 의미한다.

위치기반의 핸드오프는 각 액세스포인트로부터 받은 정보를 바탕으로 현재 노드와의 거리를 계산하여 가장 근거리에서 있는 액세스포인트를 선택하게 되며, 이때 이동방향과 Threshold(R)을 만족할 경우 핸드오프를 하고, 조건에 만족하지 않을 경우 다음 근거리에서 위치한 액세스포인트를 선택하여 조건을 비교하게 된다.

3.1 제안 알고리즘 구현

본 논문에서 제안하는 알고리즘을 구현하기 위하여 비콘을 통하여 위치정보를 전달 할 수 있는 액세스포인트와 위치기반의 핸드오프 알고리즘을 수행하는 노드를 구현하였다.

· 액세스포인트의 구현

비콘을 사용하여 위치정보를 노드에게 전달하기 때문에 액세스포인트의 구현이 필요하였다. 액세스포인트는 Alix 3c2 임베디드보드에 GPS와 Atheros칩셋의 mini-PCI 랜카드를 사용하였다. GPS를 통하여 수신된 위치정보를 네트워크 인터페이스 드라이버인 매드-와이파이(Mad-Wifi)를 통하여 비콘 프레임에 추가하여 브로드캐스트하게 하였다. 실외 테스트를 위하여 추가적으로 mesh 네트워크를 구성할 수 있도록 하였다.

· 이동 노드의 구현

이동노드는 노트북에 GPS와 Atheros 칩셋의 PCMCIA 랜카드를 사용하여 구성하였다. 주변의 액세스포인트가 브로드캐스트하는 위치정보가 담긴 비콘 프레임을 수신하기 위하여 수정된 매드-와이파이 드라이버를 사용하였다. 비콘을 통해 수집된 액세스포인트 위치정보와 자신의 GPS를 통한 위치정보를 바탕으로 제안된 위치기반 알고리즘에 의하여 핸드오프를 수행하도록 하였다.

IV. 성능분석

IEEE 802.11 무선랜의 핸드오프와 제안된 위치기반의 알고리즘의 전송 대역폭 비교를 위하여 액세스포인트를 250m간격을 두고 설치하였다. 실험 환경에서 액세스포인트의 신호도달거리는 약 190m이었으며, 유효 데이터 통신거리는 130m이었다. 실험 환경을 기준으로 Threshold값을 설정하여 테스트하였다.

실험결과 그림 3과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 위치기반의 핸드오프는 Threshold(d)에 의해 핸드오프 지점을 예측하여 액세스포인트를 미리 검색하기 때문에 채널검색으로 인한 지연시간이 발생하지 않았으며, 높은 대역폭을 보장 받을 수 있었다. 반면 IEEE 802.11 기반의 무선랜은 신호도달거리까지 대역폭을 줄여가며 연결을 유지하였고, 연결이 끊어진 후 채널검색을 한 후 핸드오프가 진행되었다. 이로 인하여 액세스포인트와 약 2초정도 연결의 단절을 보였다.

분석결과 제안된 위치기반의 알고리즘에 의한 핸드오프가 검색시간으로 인한 연결단절이 발생하지 않았으며, 약 22.9%의 대역폭을 더 보장받을 수 있었다.

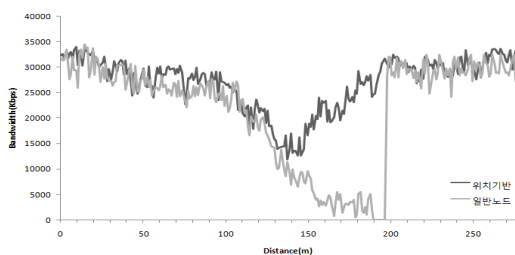


그림 3. 위치기반과 일반노드의 전송대역폭

V. 결 론

IEEE 802.11 기반에서 VoIP등의 실시간 멀티미디어서비스를 위하여 끊임없는 핸드오프 알고리즘은 매우 중요한 이슈로 부각되고 있다. 이에 본 논문에서는 GPS 위치정보와 RSSI를 이용한 위치기반의 핸드오프 알고리즘을 제안하였고, 구현 및 성능평가를 통해 기존 IEEE 802.11 무선랜의 핸드오프대비 약 122.9%의 성능을 보여주었다. 또한 채널검색으로 인한 지연시간을 핸드오프 시점을 예측하므로 지연시간을 줄일 수 있었다.

참고문헌

- [1] H. Kim, S. Park, C. Park, J. Kim, and S. Ko, "Selective Channel Scanning for Fast Handoff in Wireless LAN using Neighbor Graph," *ITC-CSCC 2004*, July 2004.
- [2] SL Tsao, and YL Cheng, "Improving Channel Scanning Procedures for WLAN Handoffs," *Vol. 4809 Lecture Notes in Computer Science*, 2007.
- [3] TY Wu, CC Lai, HC Chao, "Efficient IEEE 802.11 handoff based on a novel geographical fingerprint scheme," *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2006.
- [4] H Wu, K Tan, Y Zhang, Q Zhang, "Proactive Scan: Fast Handoff With Smart Triggers for 802.11 Wireless LAN," *IEEE INFOCOM 2007*.
- [5] W Wanalerlak, B Lee, "Global Path-Cache Technique for Fast Handoffs in WLANs," *ICCCN 2007*.
- [6] SSC Rezaei, BH Khalaj, "Grey Prediction Based Handoff Algorithm," *Transactions on Engineering computing and technology V2*, Dec 2004.
- [7] S Mellimi, SV Rao, "Location Based fast MAC Handoffs in 802.11," *Wireless, Mobile and Multimedia Network*, 2008.
- [8] J. Montavont and T. Noel, "IEEE 802.11 Handovers Assisted by GPS Information," *Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications*, June 2006.
- [9] A Dutta, S Madhani, W Chen, "GPS Assisted fast-handoff mechanism for real-time communication," *2006 IEEE Sarnoff Symposium*, 2006.
- [10] V. Brik, V. Mishra, and S. Banerjee, "Eliminating Handoff Latencies in 802.11 WLANs using Multiple Radios: Applications, Experience, and Evaluation," *ACM Internet Measurement Conference 2005*, October 2005.