

웹 기반 시각화 툴을 이용한 IEEE 802.11 WiFi 무선접속지점 위치 추정 알고리즘 검증

고동일, 한진영, 하태준*, 서진욱, 권태경, 최양희
서울대학교 컴퓨터공학부, (주)레이디안트*
{diko, jyhan}@mmlab.snu.ac.kr, tjha@radiantech.net*,
{jwseo, tkkwon, yhchoi}@snu.ac.kr

Evaluation of the IEEE 802.11 WiFi AP Localization Algorithms with the Web-based Visualization Tool

Diko Ko, Jinyoung Han, Taejoon Ha*,
Jinwook Seo, Taekyoung Kwon, Yanghee Choi
School of Computer Science and Engineering, Seoul National University
Radiant Technologies, Inc.*

요약

개인의 편의를 위해 사용되었던 IEEE 802.11 WiFi 무선접속지점(AP)는 최근 급속도로 그 보급이 진행되었다. WiFi AP는 일반적으로 고정된 장소에 설치되어 안정적인 전원을 공급받을 수 있어 도심 지역에서 하나의 기간 통신 시설로 활용될 수 있다. 실제로 사용자의 위치를 파악해주는 위치정보서비스에서는 실내환경에서는 활용이 어려운 GPS를 보완하기 위해 WiFi AP의 위치정보를 활용하는 기법이 많이 사용되고 있다. 이런 WiFi AP의 위치정보를 파악하기 위해 가장 일반적으로 사용되는 방법이 차량 등을 이용해 실제로 AP의 존재와 위치를 파악하는 워드라이빙(War driving)기법이다. 이 워드라이빙에서 얻어진 데이터를 바탕으로 실제 AP의 위치를 추정하는 알고리즘을 위치추정(localization)알고리즘이라고 하는데 기존의 연구에서는 수치 상의 데이터들이 지형적인 문맥과 분리되어 분석되는 것이 일반적이었기 때문에 고안된 알고리즘의 검증에 비 효율적인 요소가 많았다. 본 논문에서는 정보시각화 기법을 이용한 웹 기반 응용의 도입을 통해 위치 추정 알고리즘의 검증 효율성을 높이는 방법을 제안한다.

I. 서론

최근 인터넷의 발달과 함께 무선 인터넷 접속 망 구축을 위한 IEEE 802.11 WiFi 무선접속지점(AP)도 급속도로 보급되었다. 본래 WiFi AP는 무선 인터넷 핫스팟(Hot Spot)을 제공하기 위해 인터넷 서비스 제공자(ISP)에 의해 도입되었지만, 기술의 발전에 따라 최근에는 개인이 가정에서 무선 홈 네트워크를 구축하는 용도로 많이 사용되고 있다. WiFi AP는 고정된 장소에 설치되는 것이 일반적이며 사용할 때만 전원을 공급하는 다른 사용자 네트워크 디바이스와 달리 항상 안정적인 전원을 공급받고 있는 경우가 일반적이다. 이런 이유로 현재 WiFi AP는 도심지역에서는 하나의 기간 통신 시설로 간주 될 수 있는 상황이다 [1]. 대표적인 예로 WiFi AP의 위치정보는 GPS정보를 보완하여 GPS가 사용될 수 없는 실내 환경 등에서 사용자의 위치를 파악하는 위치 정보 서비스 등에 광범위하게 이용되고 있다 [2].

WiFi AP의 위치정보를 파악하기 위해 가장 일반적으로 사용되는 방법이 워드라이빙(War driving)기법이다. 워드라이빙은 특정한 휴대용 장비를 지니고 차량이나 도보로 이용해 해당 지역을 돌아다니면서 WiFi 신호를 측정하는 것을 말한다 [3]. 워드라이빙은 측정지점에서 측정된 AP의 신호 정보만 파악할 수 있기 때문에 AP의 실제 위치는 여러 곳에서의 측정 결과에 따라 추정을 해야 한다. 이때 워드라이빙으로 얻어진 데이터를 바탕으로 실제 WiFi AP의 위치를 추정하는 알고리즘을 위치추정(localization)알고리즘이라고 한다.

현재까지 다양한 위치추정 알고리즘이 제안되었지만 이러

한 위치추정 알고리즘의 유효성을 검증하는 방법에는 어려움이 많았다. 위치추정 알고리즘의 검증은 보통 기존에 이미 알고 있는 WiFi AP의 위치 (Ground Truth)들과 추정 알고리즘의 결과 값의 GPS 좌표가 이에 어느 정도 일치하는가로 판단한다. 이러한 검증을 위해서는 지속적으로 실제 AP의 위치를 추정한 후, 이 위치가 실제로 일치하는지 확인하고 확인된 위치를 다시 이미 알고 있는 위치로 등록하는 반복적인 작업이 매우 중요하지만 기존의 연구에서는 이러한 검증이 지형적인 문맥과 분리되어 분석되는 경우가 많아 이를 실제로 수행하는데 어려움이 많았다.

본 연구에서는 위치추정 알고리즘의 검증을 위해 정보 시각화 툴 (Information Visualization Tool)을 이용하는 기법을 제안한다. 본 기법에서는 워드라이빙의 측정 결과와 추정된 결과를 지도로 표현되는 지형 문맥 위에 표시하는 웹 기반 정보 시각화 툴을 구현하고 이를 통해 위치 추정 알고리즘의 유효성을 검증하는 방법에 대해 논한다.

II. 관련연구

WiFi AP의 위치 측정은 매우 다양한 시도가 있어 왔다. WiGLE [4]은 전 세계의 무선 접속 지점의 온라인 데이터 베이스를 구축하기 위한 시도이다. WiGLE은 사용자들의 자발적인 참여를 바탕으로 한 프로젝트이며 주로 Netstumber, Kismet사의 워드라이빙 툴을 이용하는 사용자들의 적극적인 참여로 전 세계의 WiFi AP의 위치를 데이터 베이스화 하고 있다.

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT산업원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2007-F-038-03, 미래 인터넷 핵심기술 연구]. 이 연구를 위해 연구장비를 지원하고 공간을 제공한 서울대학교 컴퓨터연구소에 감사 드립니다.

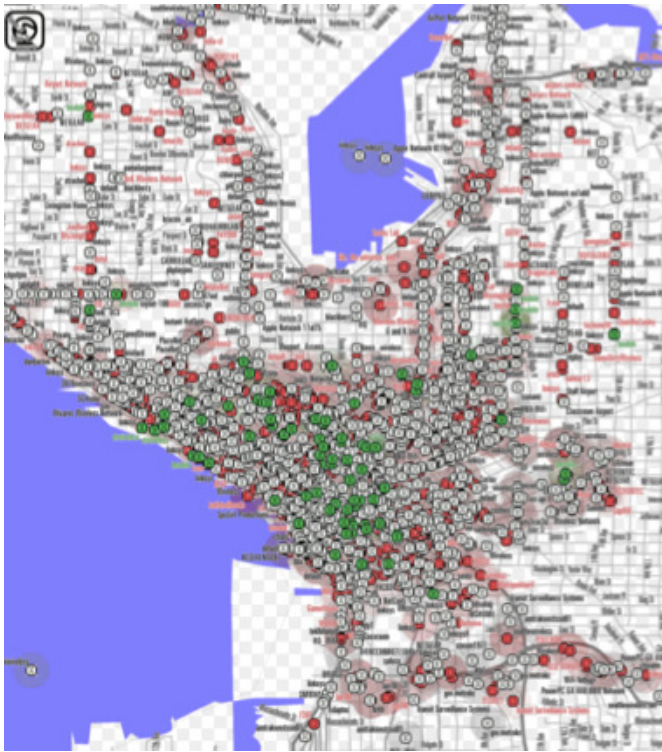


그림 1 Seattle WiFi Map Project의 결과

이에 비해 Seattle WiFi Map Project [5]는 학계에서 수행된 프로젝트이다. 2004년에 수행된 이 프로젝트에서는 100명의 대학생들이 직접 시애틀 시내를 돌아다니며 WiFi AP의 위치를 직접 확인하고 그 특성을 분석하였다. 본 연구를 통해 시애틀 시내의 WiFi AP의 위치만이 아니라 이에 따른 사회 문화적 의미의 고찰도 같이 이루어졌다.

이러한 WiFi AP 위치 측정 프로젝트들의 일반적인 결과물은 지도 위에 AP의 위치를 매핑하는 형태로 이루어진다. 위치라는 정보와 지도라는 문맥은 그만큼 가장 잘 어울리는 조합으로, 우리는 위치 추정 알고리즘의 검증 역시 지도 위에서 이루어질 때 보다 효율을 높일 수 있을 것이라고 주장한다.

III. 워드라이빙 시각화 툴의 구현

1. 시스템 개요

본 연구에서는 위치추정 알고리즘의 효율성을 높이기 위해 웹 기반 정보 시각화 툴을 도입하는 것을 제안한다. 정보 활용성을 높이기 위해 본 툴은 표준 웹 브라우저를 통해 쉽게 접근할 수 있는 웹 기반 서비스로 구현되었다. 기본적인 툴의 목적은 네트워크 연구자들이 지도 위에 표현되는 워드라이빙 정보와 추정 결과를 통해 지형적인 문맥과 함께 연구 결과를 분석하고 이의 결과를 지속적으로 갱신하여 반복적인 향상을 가능하게 하는 데 있다. 웹 서비스 서버로는 Facebook에서 소스 공개한 Tornado [8] 서버 프레임워크를 사용하고 있다. 정보 시각화 툴로는 미국 스탠포드 대학 vis그룹에서 개발한 Protovis [7]를 사용하고 있다. 웹 상의 지도 데이터와의 연동을 위해서는 Google Map API 2.0 [9]을 사용하고 있다.

2. 테스트 데이터

본 연구는 (주)래디안테크놀로지에서 2007년에 서울 강남지역에서 수행한 워드라이빙 데이터가 테스트 데이터로 사용되었다. 본 데이터는 45,500지점에서 측정된 WiFi AP의 신호 정보가 존재하며 각 측정 지점의 데이터 아이탬에는 측정시간, 측정 위치의 GPS좌표, 전체 측정된 AP의 개수, 그리고 각 AP당 해당 AP의 SSID, MAC주소, 신호세기 기록되어 있다.

3. 인터페이스 및 기능

그림 2는 구현된 워드라이빙 시각화 툴의 모습을 보여주고 있다. 전체적인 툴은 왼쪽의 지도 영역과 오른쪽의 인터페이스 영역으로 나뉜다. 웹 브라우저를 통해 처음 서비스에 접속하면 지도 영역에는 해당 지도 영역내의 측정 지점을 파란 점으로 보여준다. 사용자는 마우스 드래깅을 통해 다른 지역으로 이동하며 측정 지점을 탐색할 수 있다. 각 측정 지점은 측정된 WiFi AP의 개수에 따라 다른 투명도로 보여주며 (측정된 AP가 많을 수록 진하게 표시된다.) 각 측정 지점을 클릭하면 현재 선택된 위치 추정 알고리즘에 따라 예측된 AP의 위치를 주황색 점으로 보여준다.

오른쪽의 인터페이스 영역은 다시 크게 위 부분의 확인된 WiFi AP (Ground Truth) 리스트 영역과 아래의 위치 추정 알고리즘 선택 부로 나뉘어 있다. 확인된 WiFi AP 리스트에는 현재 실제로 확인된 WiFi AP들의 목록이 등록되어 있어 사용자가 해당 리스트의 아이탬을 클릭하면 해당 위치로 지도가 이동하게 된다. 지도에서 이미 알고 있는 AP의 위치는 녹색 점으로 표현된다. 현재는 모두 16개의 위치가 파악되어 등록되어 있다.

위치 추정 알고리즘 선택 부는 2개의 선택 슬라이더와 하나의 리스트박스로 구성되어 있다. 2개의 선택 슬라이더는 알고리즘에 적용될 필터 값을 결정하는데 사용된다. 위치 추정 알고리즘에서 측정된 모든 AP의 정보를 사용하는 것은 많은 부하가 걸릴 수 있기 때문에 적절한 필터를 적용하여 대상이 되는 AP의 정보를 제한하는 것이 알고리즘의 성능에 매우 중요한 요소가 된다 [10]. 본 툴에서는 전체 대상이 되는 최대 AP의 개수와 AP의 최소 신호 세기를 정할 수 있다.

적용 가능한 알고리즘은 현재 Centroid와 Weighted-Centroid 알고리즘이 구현되어 있다. Centroid 알고리즘은 신호세기와 무관하게 단순히 측정된 AP 위치의 평균값을 추정 위치로 계산한다. 이는 다음의 식과 같이 계산된다.

$$(\hat{x}, \hat{y}) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i, y_i)}{n}$$

Weighted-Centroid 알고리즘은 각 측정 위치에 가중치를 두어 계산하는 방식이다. 이 가중치는 보통 측정 지점과 AP의 위치 사이의 거리 제곱에 반비례 한다고 가정하는 것이 가장 일반적이다. 자세한 방법은 다음 수식과 같다.

$$d = 10^{(PTX-PRX)/(10n)}$$

$$\frac{d_A}{d_B} = 10^{(PRB-PRA)/(10n)}$$

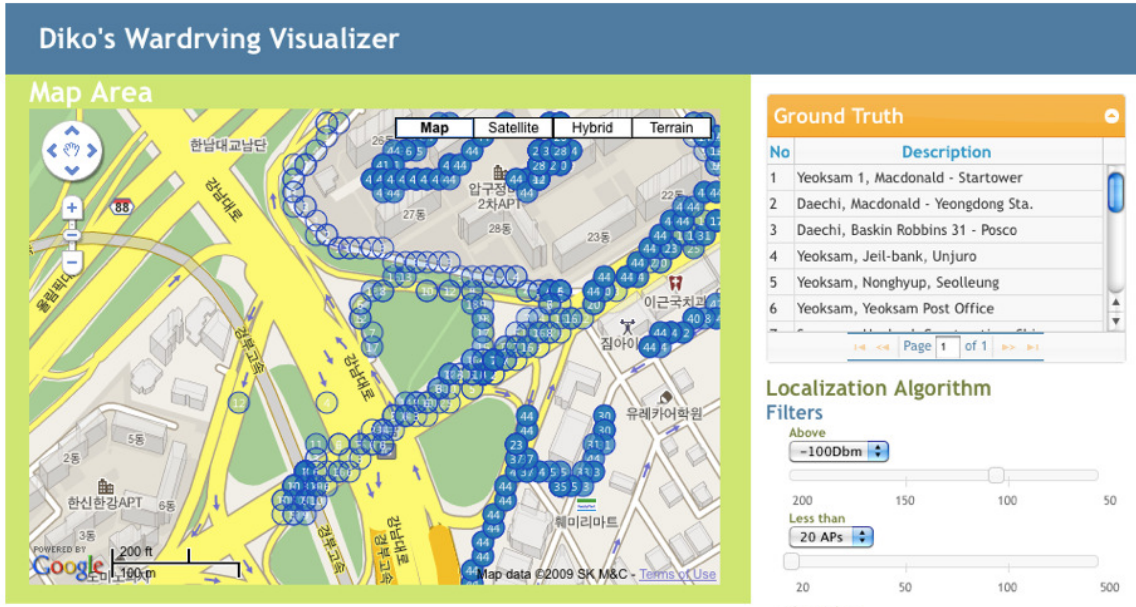


그림2 워드라이빙 시각화 툴

여기에서 d 는 원래 가중치로 사용되어야 하는 거리 값으로 측정위치에서의 신호세기(PRX)와 AP의 위치에서의 신호세기(PTX)에 의해 구할 수 있다. 하지만 워드라이빙에서는 해당 AP의 실제 위치에서의 신호 값이나 위치를 알지 못하기 때문에 기준 측정지점을 하나 선정 한 후(B) 해당 기준점의 신호 세기와 다른 모든 측정지점(A)과의 거리를 이용해 상대적인 거리 비율을 계산하고 이의 제곱의 반비례 값을 가중치로 사용하였다. 이 때 추정되는 AP의 위치는 가중치를 $\omega = (d_B/d_A)^2$ 이라고 할 때, 다음의 수식과 같이 구할 수 있다.

$$(\hat{x}, \hat{y}) = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot (x_i, y_i)}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

4. 예상 활용 시나리오

본 툴은 위치 추정 알고리즘을 연구하는 네트워크 연구자들에 의해 유용하게 사용될 수 있을 것으로 예상된다. 먼저 연구자들은 수행된 워드라이빙을 통해 수집된 데이터를 본 툴을 통해 분석한다. 다양한 필터 값과 추정 알고리즘을 적용해 본 후 연구자들은 기존에 알고 있는 AP위치와 툴에서 보여주는 AP의 위치를 비교하며 추정 알고리즘과 현재 사용하고 있는 기법들의 유효성을 검증해 볼 수 있다.

또한 연구자들은 추정을 통해 유추된 위치를 지도상의 지역적 문맥을 비교해가며 실제 AP의 위치로 유력한 지점들을 파악할 수 있다. 기존에는 알기 어렵거나 추정된 좌표와 지도상의 좌표를 번거롭게 비교해 가면서 위치를 추정했었으나, 본 툴을 이용하면 추정 지점들을 직접 지도상에서 파악할 수 있다. 이후 직접 해당 지점을 방문하여 그 존재를 확인한 후 해당 결과를 다시 툴에 등록할 수 있다. 이러한 작업을 반복하면서 사용되는 알고리즘과 기법들의 정확성에 대한 검증을 반복적으로 개선해 가며 연구를 진행할 수 있는 장점이 있을 것으로 기대된다.

IV. 향후 계획 및 결론

본 논문에서는 워드라이빙을 통해 수집된 대규모의 WiFi AP 데이터를 지도 위에 시각화 하고 이를 통해 AP들의 위치를 추정하는 위치추정 알고리즘을 검증하기 위한 워드라이빙 시각화 툴을 제안하였다.

향후 실제 네트워크 연구자들을 통한 사용성 테스트를 진행해 툴의 유용성을 검증하고 개선을 진행할 예정이다. 현재의 툴은 고정된 소수의 알고리즘만이 적용되어 있지만 향후 스크립트 언어 등을 통해 연구자들이 직접 추정 알고리즘을 툴 상에서 직접 구현하여 적용할 수 있는 기능을 추가할 예정이다. 또한 단순한 위치 추정만이 아닌 WiFi AP의 분포와 다양한 사회적 문화적 관계를 탐색할 수 있도록 각 AP에 태그를 부여하고 이 태그에 기반해 다양한 통계를 산출하여 분석할 수 있는 기능 또한 추가 될 예정이다.

최근 네트워크 분야는 측정을 통해 수집된 대규모의 다양한 데이터 분석의 중요성이 점차 확대되고 있다. 이러한 흐름에 정보 시각화 툴을 접목하는 것은 해당 분야의 연구 발전에 큰 의미를 가질 것이다. 이에 다양한 네트워크 연구에 정보 시각화 툴을 적용하는 시도가 중요할 것으로 예측된다. 본 연구는 이러한 실질적인 시도 중 하나로서 그 의미를 가질 것이다.

참고문헌

- [1] M.Afanasyev, T.Chen, G.M.Voelker, and A.C.Snoeren, "Analysis of a mixed-use urban wifi network: when metropolitan becomes neapolitan," in IMC '08: Proceedings of the 8th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement. New York, NY, USA: ACM, 2008, pp. 85-98.
- [2] A. Sauner, "Skyhook: how iphone os 3.0 delivers location services," <http://bit.ly/aOqzw>, 2009.

- [3] Wikipedia, "Wardriving," <http://en.wikipedia.org/wiki/Wardriving>
- [4] "WiGLE," <http://www.wigle.net>
- [5] Marwick, Alice. "SeattleWiFi Map Project," Students of COM300, Fall 2004 - Basic Concepts of New Media. Retrieved 2007-09-01.
- "Scalable Vector Graphics (SVG),"
- [6] <http://www.w3.org/Graphics/SVG/>
- [7] "Protovis," <http://vis.stanford.edu/protovis/>
- [8] "Tornado Web Server," <http://groups.google.com/group/python-tornado>
- [9] "Google Maps API," <http://code.google.com/apis/maps/>
- [10] Jinyoung Han, Jeonkeun Lee, Munyoung Lee, Kideok Cho, Taejoon Ha, Ted "Taekyoung Kwon" and Yanghee Choi, "Virtual WiFi Network Database Construction for Positioning Services," CFI'09 June 17-19, Seoul, Korea.