

서울시 공공 WIFI를 대상으로 개인정보취득이 불가능한 무료통신망의 품질 향상 방안

임 동 현*, 박 대 우°

Improving the Operational Quality of Free Networks that Can Not Obtain Personal Information, Targeted Public WIFI in Seoul

Dong Hyun Lim*, Dea-woo Park°

요 약

무료통신망(WIFI, LoRa, UWB, BT, Beacon 등)은 기간통신사업자가 관리하지 않는 네트워크로, 상용통신망(LTE, 5G 등)에 비해 적은 예산과 적은 수의 엔지니어에 의해 관리되고 있다. 상용통신망과 달리, 무료통신망은 개인의 단말기로부터 해당 위치에서의 네트워크 상태 정보를 취득할 수 없어 품질향상에 한계가 있다. 본 연구는, 무료통신망의 특징인, 개인정보 즉, 개인 단말기 상태 정보 이용 동의를 취득하지 않는 상황에서, 무료통신망의 고 품질 네트워크 관리 방안을 서울시 공공 WIFI 사례로 연구한다. 이를 위해, 안드로이드 기반 혹은 전용단말 형태의 트래커(Tracker)를, 차량에 장착하거나 유지관리 인력 등 특정인이 지니고 도심을 이동하며, 단말까지의 네트워크 상태를 Loopback 관점에서 네트워크 상태를 확인한다. 이 단말들이 측정된 결과는 해당 위치에서 이용가능한 서비스 연결 가능 정보로서, 무료통신망 운영센터로 해당 데이터를 주기적으로 송출한다. 이를 GIS에서 공간정보화 하여 분석하면, 실제 서비스 가능 지역의 확인, 네트워크는 정상이나 서비스 제공은 불가능한 AP의 확인, 미등록 AP와 보안 위협 AP 확인 등의 모니터링이 가능하여, 무료통신망의 통신 품질향상을 구현할 수 있다. 본 논문의 결과를 서울시 등 도시에 적용한다면, 도심 네트워크 기초 인프라인 무료통신망을 효과적으로 운영할 수 있고, 진화된 스마트시티를 구현할 수 있을 것이다.

키워드 : 무료통신망, 무선 통신 품질, 공공 WIFI, 고속 AP 스캐너, 트래커

Key Words : Free Networks, Wireless Communication Quality, Public WIFI, High-speed AP Scanner, Tracker

ABSTRACT

Free networks(WIFI, LoRa, UWB, BT, Beacon etc.) are networks that are not managed by telecommunications carriers and are managed by a smaller budget and fewer engineers than commercial networks(LTE, 5G etc.). Unlike commercial communication networks, free communication networks cannot obtain network status information from individual terminals, which limits quality improvement. In this study, we investigate how to manage a high-quality network in a free communication network without obtaining consent to use personal information, i.e., personal terminal status information, which is a characteristic of free communication networks, using the case of public WIFI in Seoul. For this purpose, a tracker in the form of an Android-based or dedicated device is mounted on a vehicle or carried by a specific person, such as a

* First Author : Hoseo Graduate School of Venture, az062112@naver.com, 정희원

° Corresponding Author : Hoseo Graduate School of Venture, prof_pdw@naver.com, 정희원

논문번호 : 202308-031-0-SE, Received July 31, 2023; Revised August 21, 2023; Accepted September 11, 2023

maintenance worker, to move around the city and monitor the network status from a loopback perspective. The results measured by these terminals are the service connection information available in the location, and the data is periodically transmitted to the public WIFI operation center. By spatially analyzing them in GIS, it is possible to check the actual serviceable area, check the network but not the serviceable AP, and monitor unregistered APs and security threat APs to improve the communication quality of the free communication network. If the results of this paper are applied to urban centers such as Seoul, it will be possible to effectively operate the free communication network, which is the basic infrastructure of urban networks, and realize an advanced smart city.

I. 서 론

무선통신은 공간과 장소의 제약 없이 편리하게 구성할 수 있는 장점이 있지만, 도달할 수 있는 한정된 공간에서, 제한된 주파수의 전파가 경쟁적으로 채널을 선점해야 하는 구조이기 때문에, 운영상의 제약이 많다.

무선통신의 시작은 주파수 확보와 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 관리에서 시작된다. 이를 극복하기 위해 다양한 변복조 및 공간 최적화 기술이 개발되고 고도화되고 있다^{1,2)}.

전파법에 따라, “상용 주파수³⁾”를 활용한 네트워크(이하 “상용통신망”)는 정부로부터 해당 주파수를 임대한 기간통신사업자가 전용 단말기의 제조, 무선망 운영, 이용자 품질 관리, 전체적인 모니터링 등 모든 권한을 가지고 있다. 따라서, 기간통신사업자는 고품질 서비스를 제공하기 위해 다양한 효과적인 네트워크 관리 방식을 경쟁적으로 적용하고 있다.

그 예로서, 기간통신사업자는 7,699만대⁴⁾가 넘는 상용통신망 단말기의 가입자에게 위치정보 동의를 얻어, 단말기 위치에 따른 네트워크 상태를 실시간으로 수집한다. 이를 분석하여 해당 지역에서 네트워크의 상태를 최상으로 유지한다.

전파법에 따라, “허가받지 않고 사용할 수 있는 주파수⁵⁾”를 이용하는 WIFI, LoRa(Long Range Wireless), UWB(Ultra-WideBand), BT(BlueTooth), Beacon 등의 네트워크(이하 “무료통신망”)는 무선통신 이용자가 통신 방식과 전용 단말기를 직접 선택해야 하고 품질 관리도 이용자 본인이 직접 수행해야 한다.

무료통신망은 기간통신사업자가 관리하지 않는 네트워크로, 상용통신망에 비해 적은 예산과 적은 수의 엔지니어에 의해 관리되고 있다. 따라서, 무료통신망의 품질을 효율적으로 관리하고 향상하는 것은 무료통신망 관리자가 해결해야 할 가장 중요한 숙제이다.

무료통신망 관리에는 숙련된 기술이 필요하다. 누구나 사용할 수 있기에 어떤 AP(Access Point)가 어디에

설치되어 있는지, AP 간에 충돌과 제약조건 설정은 없는지, 네트워크 연결은 되어있는지, 무선 신호의 음영 지역은 어디인지, 특히, 정상적인 네트워크 상황에서 특정 AP는 정보사용량이 “왜 0 Bytes” 인지 등은 무료통신망 관리자가 언제든지 알고 있어야 할 사항이다. 관리자가 이를 확인하지 못하면 무선 품질 저하로 인해 체감만족도는 저하되고 이용자는 줄어든다.

무료통신망의 대표적인 경우가 공공 WIFI이다. 서울시는 세계 최고의 스마트도시⁶⁾이다. 서울시는, 시민 디지털 복지 실현을 위해, 2023년 7월말 기준, 32,000대의 AP를 설치하여 무료로 시민에게 공공 WIFI 서비스를 제공하고 있다⁷⁾.

서울시가 무료통신망인 공공 WIFI를 효율적으로 관리한다면, CCTV⁸⁾와 IoT⁹⁾, 로봇과 드론, 인공지능¹⁰⁾과 자율주행¹¹⁾ 등 범용적 네트워크를 활용하는 다양한 기술의 도입 융합 실증이 가능할 것이고, 이를 통해 “성장하는 스마트도시”가 될 수 있을 것이다.

이용자 관점에서, 공공 WIFI 이용자는 서비스 가능 지역이 어디인지 알기 힘들고, 서비스가 가능한 지역에서 서비스 접속이 안 되는 경우를 종종 체감한다. 이는 공공 WIFI가 무선통신의 특성에 따라 공간적 제약이 있고, 안테나의 방향과 AP의 출력 등 장비 성능에 따라 체감 결과가 다양하여 발생하는 현상이다.

무료통신망 운영자는 이러한 문제들을 개선하기 위해 연구가 필요하다.

본 논문에서는 개인정보로 여겨지는 정보인 이용자 단말기의 성능정보, 현재 위치정보, 위치별 접속 가능 네트워크 정보 등을 공공 WIFI 운영센터가 실시간에 가깝게 LoopBack으로 수집하여 NMS(Network Managing System)에서 관리할 수 있는 방법을 연구한다.

본 논문은 무료통신망 중 서울시 공공 WIFI를 대상으로, 트래커(Tracker)를 이용하여 무료통신망의 품질 관리 향상 방법을 연구한다. LoRa, UWB, BT, Beacon 등 다양한 다른 무료통신망에도 본 연구 결과는 동일 방법으로 적용 가능하다.

본 논문의 결과를 도시에 실제 적용한다면, 서울시와 정부는 고품질 무료통신망을 운영하게 될 것이고, 이는 시민과 국민에게 향상된 데이터 복지를 제공하게 될 것이다.

II. 네트워크 서비스 품질 관리

무료통신망은 상용통신망과 기술 발전을 함께 한다. WIFI의 경우, WIFI4(802.11n)에서 WIFI5(802.11ac)를 지나 WIFI6(802.11ax)로 발전하는 과정이, 상용통신망의 LTE, LTE-A, 5G로 전환 기술과 적용 시기 관점에서 일치한다.

예를 들어, 5G 표준인, 안테나 신호 범위를 좁히고 안테나 수를 늘리는 다중입출력(Multi MIMO) 기술과 주파수 효율을 향상하여 단말기 수를 늘리는 직교 주파수분할다중안테나(OFDMA) 기술 등이 WIFI6에도 동일하게 적용되어 있다.

공공 WIFI AP의 구성도는 그림 1과 같다. 이용자가 요청하는 정보는 공공 WIFI 운영센터로 전송되어 데이터 통신이 이루어진다. 이때, AP 내부의 네트워크 모듈부가 장애를 일으키면 공공 WIFI 운영센터에서는 NMS를 통해 장애를 인지한다. 하지만, AP 내부의 안테나부 이하에서 장애 또는 품질 문제가 발생하면 NMS에서는 정상으로 표출되나 이용자는 서비스를 이용할 수 없는 상황이 발생한다. 운영센터는 이를 서비스 이용자가 없는 상황으로 오판하여, 서비스 품질이 관리되지 않는 악순환 결과를 초래하기도 한다.

이러한 문제를 해결하기 위해, WIFI 네트워크 서비스 품질 관리 방법으로, 네트워크 명령어 “ping”과 유사한 개념인, 사전에 등록된 상태측정단말기(이하 “트래커”)를 활용해 주기적으로 현장 개별 장소마다 무선 신호 상태를 LoopBack 모니터링하는 방법을 연구한다.

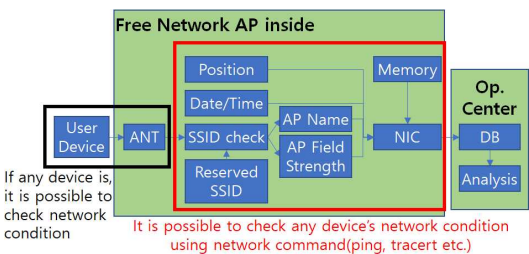


그림 1. 무료통신망 데이터 전송부 상세도
Fig. 1. Diagram of the data transfer part of commercial networks

III. 무료통신망의 운영품질측정 향상을 위한 AP 정보 측정 및 수집 설계

3.1 트래커를 이용한 네트워크 품질 데이터 수집 활용

무료통신망 운영상태 수집을 위한 트래커는 최신 안드로이드 계열 핸드폰 또는 전용 측정 장비를 활용한다. 그림 2는 안드로이드 핸드폰의 번호 입력패드에 “*123456#”를 입력하여 커널로 진입하고, 무선전파를 스캔한 화면 예시로, 해당 측정 위치에서의 무선환경을 확인할 수 있다.

공공 WIFI 운영자는 트래커를 차량에 거치하거나 특정 시민이 이를 부착하고 도시를 돌아다니며 본연의 업무를 수행하게 한다. 이 과정에서 트래커는 트래커의 측정 시간과 측정 위치정보, 트래커 측정 위치에서 확인되는 AP SSID와 AP MAC address, 각 AP의 채널 정보와 전계 강도(dBm)를 1초에 1회 이상 고속으로 측정하여 메모리에 기록한다.

수집된 결과는 공공 WIFI 운영센터로 전송되어 트래커별 위치별 시계열 정보로 저장되고, GIS (Geographic Information System)를 이용해 다양한 관점으로 적층하여 검색 조건에 맞게 가시화된다.

이 결과는 다음의 용도로 활용될 수 있다.

첫째, 센터에서 AP를 지나 단말기까지의 네트워크 관리. 특히, 정보사용량이 “0 Bytes”일 때, 장애인지, 사용자가 없는 것인지를 구분할 수 있다.



그림 2. 안드로이드 커널에서의 무선통신망 정보 확인
Fig. 2. Checking network information in the Android kernel

둘째, 미등록 AP의 확인 및 이에 대한 관리 기준 수립에 활용할 수 있다.

셋째, 허가받지 않고 공공 WIFI와 동일 SSID를 사용하는 AP 발견 및 이용자 보안을 위협하는 네트워크 관리에 활용할 수 있다.

넷째, AP 출력 또는 안테나 방향 등을 이해할 수 있는 정보 제공, 이를 이용해 공공 WIFI 음영지역 확인 및 신설/이설/철거를 위한 근거 수집 등에 활용할 수 있다.

다섯째, 트래킹 시간별 경로 분석을 통해 관심 대상의 동선 확인에 활용할 수 있다.

3.2 트래커의 AP 측정 절차

트래커를 이용한 WIFI AP 확인 절차는 그림 3과 같다. 불필요한 정보 수집을 방지하기 위해 SSID 또는 MAC 정보 또는 호스트이름 등 측정할 정보의 정의가 사전에 필요하다.

이를 위해 사용되는 필터는 측정정보 기반의 화이트리스트, 공유기 또는 사설 WIFI를 제거하는 블랙리스트 그리고 일정 출력 이하의 정보는 수집하지 않는 감도 설정 등 세 가지 이상의 필터가 필요하다.

트래커가 AP 정보 수집 시, 측정 결과에 영향을 주는 변수들의 위치별 정보도 함께 수집하여, 데이터 분

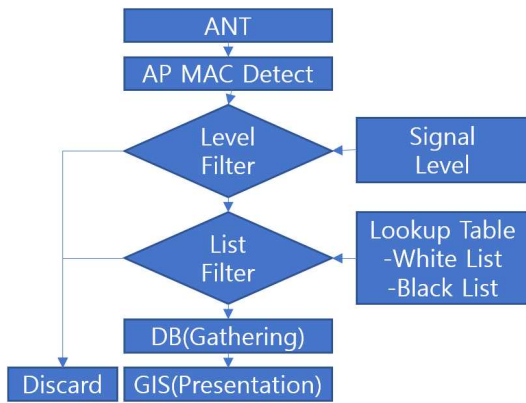


그림 3. 트래커의 WIFI AP 스캐닝 절차
Fig. 3. Tracker's WIFI AP scanning procedure

```

2022-10-25 00:58:25.198 0xF0EB Wifi Info
WIFI Data: Count=23
# SSID      RSSI Connect Security Auth
1 QDIV      -34 true true Unknown(000000)
2 ASKY      -34 true true Unknown(000000)
3 QDIV_5G   -36 true true Unknown(000000)
4 ?넷2월    -42 true true Unknown(000000)
  
```

그림 4. 트래커를 통해 수집되는 정보 예시
Fig. 4. The example of information collected through trackers

석 정확도를 향상한다. 이때 수집 가능 정보는 각속도 (Gyro), 지자기(Magnetic), 방향(Orientation), 가속도 (Acceleration), 기압(Pressure) 등이다.

특정 위치에서 트래커를 활용해 수집되는 정보 형식은 그림 4와 같다. 해당 장소에서 확인되는 모든 AP 정보를 확인할 수 있다.

IV. 무료통신망 측정데이터의 공간정보화 설계

4.1 데이터 처리 조건

특정 지역에 그림 5와 같이 무지향 방사형 공공 WIFI AP 10대가 설치되어 있음을 가정한다. 이때, AP가 유효한 전파를 지평면과 평행 방향으로 방사하고, 전파 방해물이 없으며, 단말기 유효 수신 가능 범위를 50m로 가정하면, WIFI 이용 가능 지역은 그림 6과 같이 녹색의 원으로 나타낼 수 있다.

이 지역은 일반적으로 “이론상 통신 가능 지역”으로 분류되며, 전계 강도 임계치는 -50dBm 이하이다. 전계 강도가 -70dBm 이상이면, 원활한 통신을 기대할 수 없게 되며, 더 멀어지면 해당 AP의 신호는 백색 잡음으로 수렴된다.



그림 5. 10대의 AP 위치도
Fig. 5. Map of 10 AP locations



그림 6. 10대의 정상 AP의 유의미한 방사 범위
Fig. 6. Significant radiographic coverage of 10 normal APs

4.2 모든 AP 정상 작동 중인 경우

AP가 모두 정상인 경우, 방사 상태는 그림 6과 같다. 4개 위치 P(point)를 그림 7과 같이 선택하고, 이곳에서 트래커를 이용해 네트워크 상태를 확인하면 아래와 같은 수신 신호 세기 결과를 확인할 수 있다. 이때의 등호와 부등호는 상대적인 크기를 표현한다.

- P1 : AP04 > AP05 >> AP06
- P2 : AP05 > AP04 > AP01 >> AP08 >> AP06
- P3 : AP05 = AP06 >> AP04
- P4 : AP07 >> AP06



그림 7. 모든 AP 정상 상황에서, 네트워크 측정 위치
Fig. 7. Network check points in all APs healthy

만일, 트래커를 가지고 그림 8과 같이 파란 점의 특정 경로 따라 이동하며 네트워크 정보를 수집하면, 그 결과는 그림 9와 같이 GIS에 표현될 수 있다.

4.3 일부 AP에서 이상 발생

그림 10은 10개의 AP 중 5개의 보라색 AP 자체가 고장으로 서비스 불가 상황이거나 또는 특정 부품의 불량 등의 이유로 네트워크는 정상이나 WIFI 서비스가 가능하지 않은 이상 상황을 표현한다.

그림 11은, 그림 7과 동일 위치에서, 네트워크 상태를 측정하는 상황을 표현하며, 그 결과는 아래와 같이 그림 7의 결과와 상대적으로 비교할 수 있다. 그림 11에서 붉은색으로 표기된 AP 11과 AP 12는 새로 발견된 미등록 AP 또는 Faked AP를 표현한다.

- P1 : AP05 [AP04, AP06 확인 불가]
- P2 : AP05 >> AP01
[AP04, AP06, AP08 확인 불가 및 AP12 발견]
- P3 : AP05 [AP04, AP06 확인 불가]
- P4 : None [AP06, AP07 확인 불가 및 AP11 발견]

만일, 트래커를 가지고 그림 12와 같이 파란 점의 특정 경로 따라 이동하며 관심 있는 네트워크의 정보

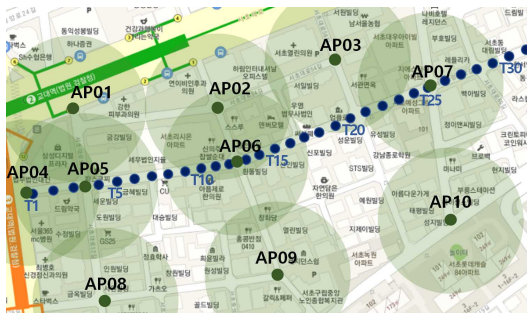


그림 8. 모든 AP 정상 상황에서, 트래커의 이동 경로
Fig. 8. Tracker's moving path in all APs healthy

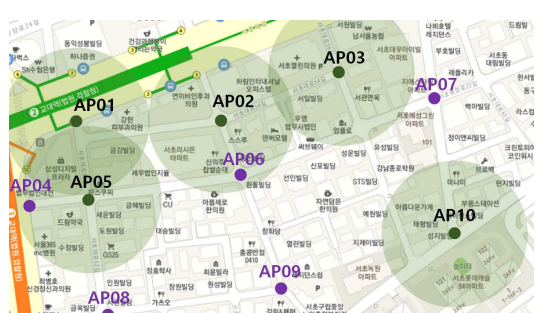


그림 10. 5개의 AP 이상 상황
Fig. 10. Anomaly case in 5 APs

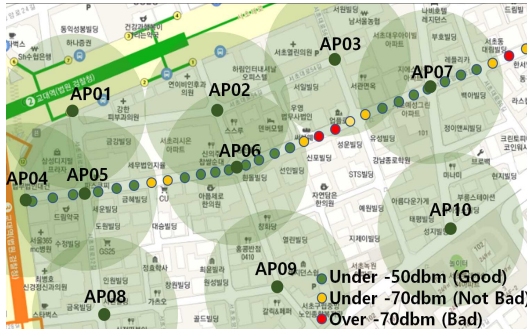


그림 9. 모든 AP 정상 상황에서, 위치별 통신상태 측정 결과
Fig. 9. Communication condition results in tracker's each point

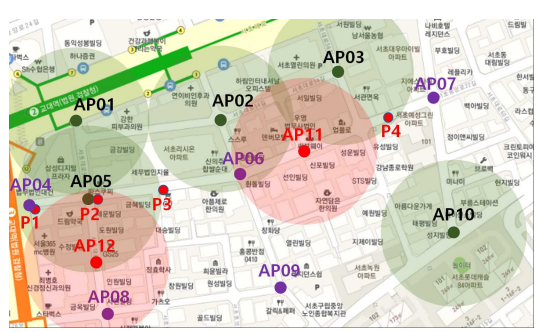


그림 11. 5개의 AP 이상 상황에서, 네트워크 측정 위치
Fig. 11. Network check points in 5 abnormal APs

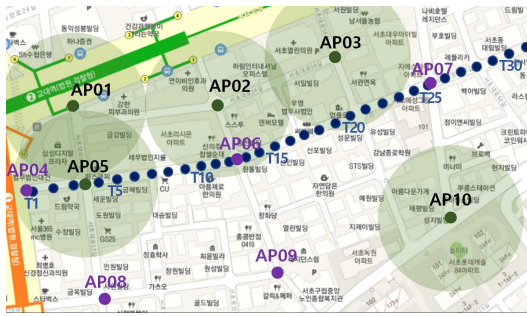


그림 12. 5개의 AP 이상 상황에서, 트래커의 이동 경로
Fig. 12. Tracker's moving path in 5 abnormal APs

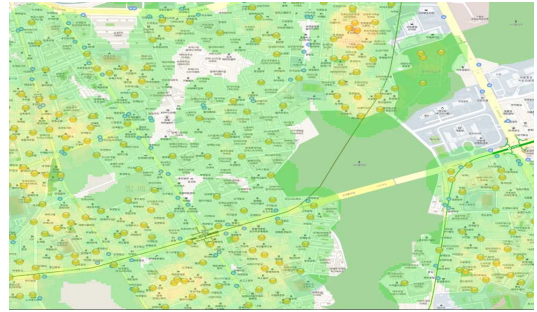


그림 14. 모든 AP 정상 상황에서 트래커 정보 시계열 적층 결과
Fig. 14. The stacking result of tracker's normal information at the same time



그림 13. 5개의 AP 이상 상황에서, 위치별 통신상태 측정 결과
Fig. 13. Communication condition results in tracker's each point

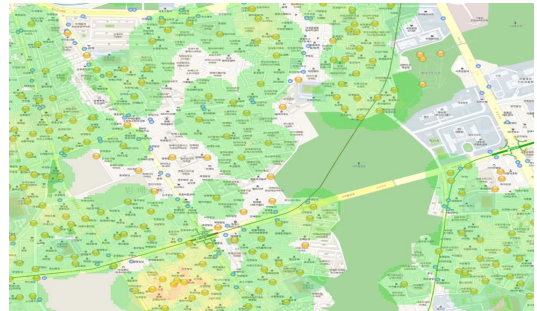


그림 15. 일부 AP의 비정상 상황에서 트래커 정보 시계열 적층 결과
Fig. 15. The stacking result of tracker's abnormal information at the same time

를 수집하면, 그 결과는 그림 13과 같이 GIS에 표현될 수 있다.

4.4 정상 작동 경우와 일부 AP 이상 경우의 비교

그림 14는, AP 성능이 정상적인 그림 9의 상황에서, 트래커에서 수집된 1일간의 모든 정보를 GIS 레이어에 적층하여 표현한 결과이다. 노란색 점은 AP의 위치를 표현한다.

그림 15는, AP 성능이 비정상인 그림 13의 상황에서, 트래커에서 수집된 1일간의 모든 정보를 GIS 레이어에 적층하여 표현한 결과이다.

특정 주기 동안 수집된 데이터를 GIS 조건 검색으로 그림 14와 그림 15와 같이 확인한다면, 무료통신망의 운영 상황을 비교할 수 있고, 다음과 같은 내용을 확인할 수 있다.

첫째, 네트워크 관점에서 AP로 ping을 이용해 정상으로 확인되나, 정보사용량이 "0 Bytes"일 때, 장애인지, 사용자가 없는 것인지를 확인할 수 있다.

둘째, 운영상의 실수로 관리되지 않는 미등록 AP를 발견하고 서비스를 개시할 수 있다.

셋째, 공공 WIFI와 동일 SSID를 허가받지 않고 사용하는 faked AP를 발견하거나 공공 WIFI 이용자의

보안을 위협하는 네트워크를 발견하여 보안 조치를 강화할 수 있다.

넷째, AP 출력 또는 안테나 방향 등 공간 환경 관련된 분석 기초자료를 제공하여 공공 WIFI 음영지역 확인 및 신설/보강/이설/철거를 위한 근거 정보를 제공할 수 있다.

결국, 이러한 방법과 정보가 실제 운영 업무에 활용된다면, 고품질의 무료통신망을 운영할 수 있다.

표 1은 현재의 네트워크 장비 모니터링 방법과 중단 단말인 트래커를 활용한 모니터링 방법을 비교하고 있다. 두 방법 모두 AP인 네트워크 장비까지의 관리는 가능하다.

하지만, 트래커를 활용한 무료통신망 품질 관리 방법은, 이용자가 적고, 이용자 단말의 개인정보를 취득할 수 없으며, LoopBack 모니터링이 불가능한, 도심지 광범위 네트워크의 관리와 모니터링 기회를 제공한다.

또한, 운영의 실수로 미등록된 AP를 발견하고, Faked AP 발견/미등록 SSID 등의 처리를 통한 이용자 보안을 강화하게 하며, 음영지역 확인과 신설/이설/철거 등의 판단 정보를 제공한다.

표 1. 무료통신망의 트래커 활용한 모니터링 방식 비교
Table 1. Comparison between the current and the tracker for AP monitoring in free networks

Description	Normal	Tracker
Obtaining health information of network equipment	Possible	
How to obtain health information in network equipment	Command like "ping"	
Obtaining user-devices network information in any position	Not Known	Almost Real-Time
How to obtain user-devices network information in any position	None	Tracker
Failed APs discovery	Not Possible	Possible
Faked APs discovery		
Not-Reserved APs discovery		
RF shaded areas discovery		
Confirming to path and time		
Gathering for big-data analysis		

그리고, 공공 WIFI 운영센터가 이 데이터를 시민 등에게 연구 목적으로 개방한다면, 더욱 효과적으로 운영할 수 있는 아이디어 획득 기회를 얻을 수 있다. 또한, 운영센터가 직접 분석하여, 개선 방향을 설정 및 적용한다면, 무료통신망의 품질이 향상되어, 시민의 데이터 복지 만족도를 향상할 수 있다.

부가적으로 트래커를 지니고 이동한 차량 또는 사람의 업무 동선 추적 서비스를 제공할 수 있다. 예를 들어, 예산 지출의 근거로서, 제철 차량의 동선 추적 데이터 등이 확보될 수 있다.

V. 결 론

본 연구는, 개인정보 이용 동의를 취득하지 않으며, 이용자가 적은, 무료통신망의 고품질 네트워크 관리 방안을 서울시 공공 WIFI 사례로 연구하였다.

안드로이드 기반 혹은 전용단말인 트래커를, 차량에 장착하거나 유지관리 인력 등 특정인이 지니고 도심을 이동하며, 해당 위치에서 AP 정보를 측정하여 운영센터에서 수집하는 모델을 설계하였다. 이를 공간 정보화하여 운영상의 문제를 확인하고 가시화하여 개선할 수 있는 방법을 연구하였다.

본 논문의 결과를 빅데이터로 모아 효과적인 분석을 진행하면, 특정 차량과 사람의 동선 파악 및 입증 자료 확보, AP 장애 확인, 미상의 AP 발견, AP 보안 강화 등 다양한 목적으로 활용할 수 있을 것이다. 또한 드론과 로봇 등 스마트도시 기술을 적용한 기기들

이 도심에서 작동할 수 있는 기초 인프라인 무료통신망을 구체적이고 효과적으로 운영할 수 있다.

외국 관광객 전용 APP을 만들어, 수집된 무료통신망의 활용 가능 지역과 실시간 상태 정보를, 국내 여행 외국인에게 제공한다면, 한국의 ICT 서비스의 현재 수준 홍보와 국위선양에도 기여할 수 있을 것이다.

References

- [1] J. Park, Y. Lim, J. Kang, S. Kim, J. Seong, W. J. Lee, J. H. Kim, and W. Shin, "Experimental study on wifi coverage expansion," *J. IEIE*, vol. 59, no. 9, pp. 915-924, Sep. 2022. (<https://doi.org/10.5573/ieie.2022.59.9.3>)
- [2] J. Kang, Y. Lim, J. Park, and W. Shin, "An experimental study of wifi coverage expansion : Mesh wifi vs. wifi extender," in *Proc. KICS Winter Conf. 2022*, pp. 1266-1267, Pyeongchang, Korea, Feb. 2022.
- [3] *RADIO WAVES ACT*(2023), Article 11 (Assignment of Radio Frequencies for Consideration), Retrieved Jul. 14, 2023, from <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EA%B9%EC%A0%84%ED%8C%8C%EB%B2%95/>
- [4] *Statistics KOREA Government* (2023), Retrieved Jul. 14, 2023, from https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=2755
- [5] *Technical Standards for Wireless Facilities for Wireless Stations That Can Be Opened Without Notification* (2023), Retrieved Jul. 14, 2023, from <https://www.law.go.kr/%ED%96%89%EC%A0%95%EA%B7%9C%EC%B9%99%EC%8B%A0%EA%B3%A0%ED%95%98%EC%A7%80%EC%95%84%EB%8B%88%ED%95%98%EA%B3%A0%EA%B0%9C%EC%84%A4%ED%95%A0%EC%88%98%EC%9E%88%EB%8A%94%EB%AC%B4%EC%84%A0%EA%B5%AD%EC%9A%A9%EB%AC%B4%EC%84%A0%EC%84%A4%EB%B9%84%EC%9D%98%EA%B8%B0%EC%88%A0%EA%B8%B0%EC%A4%80>
- [6] *ETNEWS*(2022), Retrieved Jul. 14, 2023, from <https://trans.etnews.com/etgi/>

- [7] *Smart Seoul Map*(2023), Retrieved Jul. 14, 2023, from <https://map.seoul.go.kr/smgis2/seoulMap?searchWord=%25EC%2599%2580%25EC%259D%25B4%25ED%258C%258C%25EC%259D%25B4>
- [8] D. H. Lim and D. W. Park, "Artificial intelligence acquisition and response of disaster information using smart city high-rise wide-angle CCTV," *J. KICS*, vol. 46, no. 11, pp. 2023-2030, Nov. 2021.
(<https://doi.org/10.7840/kics.2021.46.11.2023>)
- [9] D. H. Kim, J. H. Huh, C. H. Lee, K. D. Kim, and J. D. Kim, "Design and implementation of ultra-long-range lora communication module," *J. KIICE*, vol. 26, no. 2, pp. 230-238, Feb. 2022.
(<http://doi.org/10.6109/jkiice.2022.26.2.230>)
- [10] D. H. Lim and D. W. Park, "Artificial intelligence CCTV operation model applying road markers," *J. KICS*, vol. 48, no. 01, pp. 74-80, Jan. 2023.
(<https://doi.org/10.7840/kics.2023.48.1.74>)
- [11] H. S. Yu, "5GHz wi-fi design and analysis for vehicle network utilization," *J. Korea Academia-Industrial Cooperation Soc.*, vol. 21, no. 8, pp. 18-25, 2020.
(<https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.8.18>)

임 동 현 (Dong Hyun Lim)



2022년 2월 : 호서대학교 벤처대학원 공학석사
2022년 3월~현재 : 호서대학교 벤처대학원 공학박사 과정
<관심분야> 무선통신, 통신공학, 인공지능, 영상분석, UAV, 스마트시티 운영, 도시통합정보센터 구축 및 운영

[ORCID:0000-0003-3567-3216]

박 대 우 (Dea-woo Park)



1998년 : 송실대학교 컴퓨터학과 (공학석사)
2004년 : 송실대학교 컴퓨터학과 (공학박사)
2004년 : 송실대학교 겸임교수
2006년 : 정보보호진흥원(KISA) 선임연구원

2007년~현재 : 호서대학교 벤처대학원 교수
<관심분야> 인공지능, 드론, Hacking, CERT/CC, 침해사고 대응, Forensic, 사이버안보, 네트워크 보안, 스마트폰 보안

[ORCID:0000-0003-4073-2065]