

# 이동통신 로밍 환경에서 빠른 홈망 복귀를 위한 망탐색 알고리즘

하 원 기<sup>†</sup> · 고 석 주<sup>††</sup>

## 요 약

이동통신 로밍(roaming)을 하는 경우 외부망(visited network)의 사용 요금이 홈망(home network)에 비해 높게 책정된다. 따라서, 단말이 외부망에 위치하다가 본인의 홈망으로 복귀했는데도 불구하고 여전히 외부망에 등록되어 있는 경우, 사용자의 의도와 무관하게 높은 통신요금이 책정되는 경우가 있다. 이와 같은 문제점은 같은 지역에 여러 사업자의 망이 중복되어 설치된 경우에 자주 발생하는데, 실제로 폴란드 이동통신망 사례를 들 수 있다. 이에 본 논문에서는 이동통신 로밍 사용자의 빠른 홈망 복귀를 위한 망탐색 알고리즘을 제안한다. 제안 기법은 3GPP 규격의 망탐색 동작을 따르면서 단말에 저장된 망정보 DB를 활용하여 홈망을 탐색하는 방식이다. 제안 기법의 성능평가를 위해 실제 단말기와 실험장비를 이용하여 폴란드 사업자 환경을 가상적으로 구축하였다. 실험 결과, 제안 방식이 기존 3GPP 규격 방식에 비해 홈망 복귀시간을 3~60분까지 단축시킬 수 있음을 확인하였다.

키워드 : 이동통신, 로밍, 망탐색, 폴란드

## Network Search Algorithm for Fast Comeback to Home Network in Roaming Environment

Ha Won Ki<sup>†</sup> · Koh Seok Joo<sup>††</sup>

## ABSTRACT

In the roaming case, the cost of using the visited network is larger than that of home network. So, if a mobile terminal is connected to the visited network, even though it actually came back to the home network, the user may unduly pay for communication. Such a problem frequently occurs when many networks are overlapped in the same region, as shown in the case of Poland. In this paper, we propose a network search algorithm to support the fast comeback to home network in the roaming environment. In the proposed scheme, which is based on the 3GPP specification, the mobile terminal tries to search the home network by using a database of network information, as fast as possible. For performance evaluation, we construct a virtual testbed with real terminal and network equipment to emulate the service providers in Poland. From the experimental results, we can see that the proposed scheme can reduce the time of comeback to the home network by 3~60 minutes, compared the existing 3GPP scheme.

Keywords : Mobile Communications, Roaming, Network Search, Poland

### 1. 서 론

현재 유럽에서는 각 국가별로 보급되어 있는 이동통신 기술 및 서비스 측면에서 지역간 편차가 심한 편이다. 선진국에 속하는 독일, 영국, 프랑스의 경우 대부분의 사업자가 3G

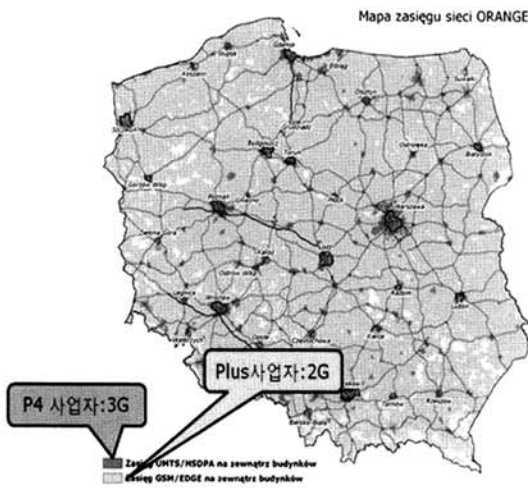
및 2G 이동통신망을 모두 구축한 반면에, 아직 개발 도상국에 속하는 폴란드의 경우, 이동통신망 구축 및 보급 상황이 좋지 않은 편이다.

(그림 1)은 폴란드의 이동통신서비스 보급상황을 보여준다. 바르샤바와 같은 대도시 지역은 P4사업자의 3G망, Plus 사업자의 2G망으로 구축되어 있는 반면에, 대도시가 아닌 지역은 대부분 Plus사업자의 2G망만 구축/보급되어 있는 상황이다.

이러한 상황에서 P4 사업자에 가입한 사용자가 교외에 위치한 2G 지역으로 이동하게 되면, 로밍(roaming) 서비스를 이용하지 않는 한 2G 서비스를 받을 수 없다. 이와 같은

※ 이 논문은 한국연구재단의 기초연구사업(2011-0026529)과 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업(NIPA-2012-H0301-12-2004) 및 방송통신위원회의 산업원천기술개발사업(KCA-2011-10913-05004)의 연구결과로 수행되었음.

† 준 회원 : 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 석사과정  
 †† 종신회원 : 경북대학교 IT대학 컴퓨터학부 교수(교신저자)  
 논문접수 : 2011년 12월 19일  
 심사완료 : 2011년 12월 30일



(그림 1) 폴란드 Plus 및 P4 사업자의 망구성도

망구조로 인해 P4 사업자는 2G 지역에서는 Plus 사업자의 2G 망을 빌려 사용할 수 있도록 국가차원 로밍(national roaming)[1] 계약이 되어 있다.

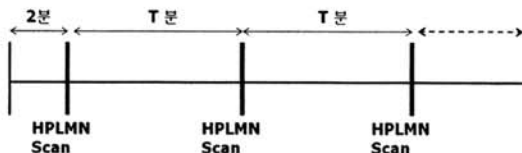
위와 같이 P4 사업자 입장에서는 2G 망을 빌려 사용할 수 있다는 장점이 있지만, Plus 사업자의 망으로 로밍함으로 인해 발생하는 추가 요금에 대한 소비자 부담이 큰 편이다. 왜냐하면 로밍에서 외부망(visited network)의 사용 요금이 홈망(home network)의 사용요금에 비해 높기 때문이다. 따라서, 단말이 외부망에 위치하다가 본인의 홈망으로 복귀했는데도 불구하고 여전히 외부망에 등록되어 있는 경우, 사용자의 의도와 무관하게 높은 통신요금이 책정된다. 본 논문에서는 이러한 소비자 불만을 줄이고, 국제 표준인 3GPP 규격에 위배되지 않는 범위에서 단말기의 망탐색을 개선하는 기법을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2절에서는 단말기에서의 기존 망탐색 기법 및 문제점을 기술하고, 3절에서는 빠른 홈망복귀를 위해 제안하는 망탐색 기법을 설명한다. 4절에서는 성능평가를 위한 실험 환경을 소개하고 실험 결과를 분석한다. 마지막 5절에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 단말의 망탐색 기법

3G 사업자 망에 가입한 사용자가 2G 지역으로 로밍한 경우, 단말기는 3GPP 규격에 의해 동작하도록 구현되어 있다. 해당 규격의 내용을 간략히 설명하면 (그림 2)와 같다.

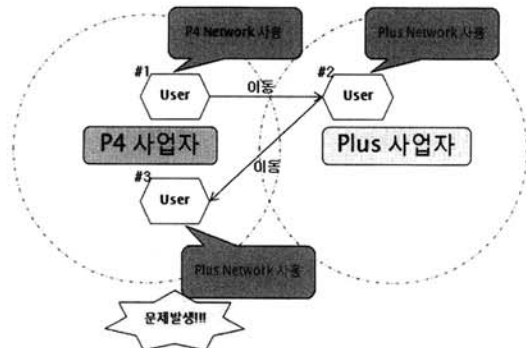


(그림 2) 3GPP의 홈망 탐색 알고리즘 [2]

그림처럼 초기 2분을 제외하고는 홈망(HPLMN: Home Public Land Mobile Network)[3] 탐색(scan)이 성공하지 못하면, T 시간만큼 더 기다려야 한다. 이 경우, 홈망으로 이동했다 하더라도, 심(SIM) 카드에 저장된 T 값이 만료되지 않으면, 외부망(VPLMN: Visited Public Land Mobile Network)에 등록된 채, 통신이 이루어진다. 여기서 T 값이란 사용자의 SIM 카드에 저장되는 타이머 값으로서, 각 사업자의 SIM 카드마다 고유 값이 지정된다. 3GPP 규격에 의하면 T 값의 범주는 6~8시간 사이로 정해지며 기본 값으로 60분이 주어진다.

### 2.2 문제 발생 시나리오

(그림 3)과 같이 P4 사업자에 가입한 단말이 #1, #2, #3 순서로 이동하는 경우, 마지막에 홈망에 복귀했음에도 불구하고 외부망(Plus 사업자)에 등록된 채 통신이 이루어질 수 있다.



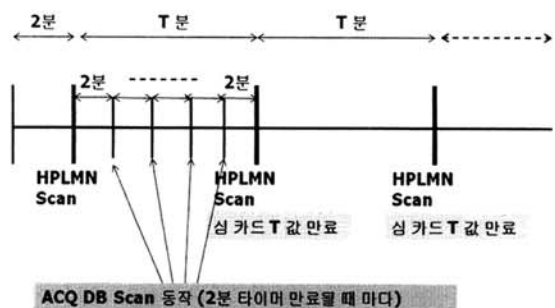
(그림 3) 문제 발생 시나리오

## 3. 빠른 홈망 복귀를 위한 망탐색 기법

### 3.1 개요

본 논문에서 기존 기법과는 다르게 단말에 저장되는 ACQ(Acquisition) DB 정보를 활용한다. ACQ DB는 단말이 망 등록 시에 사용한 정보를 저장하고 있으며, PLMN, ARFCN(Absolute Radio Frequency Channel Number), Scrambling Code[4] 등의 정보를 포함한다.

(그림 4)는 제안하는 망탐색 기법에서 ACQ DB 활용방법을 보여준다.



(그림 4) ACQ DB를 활용한 망탐색

로밍이 발생한 경우, 심(SIM) 카드에서 정의된 T 값 동안 이미 획득한 ACQ DB에서만 2분 간격으로 탐색 해서 현재 사용 중인 망 정보와 ACQ DB에 기록되어 있는 사업자 망 정보와 일치하는지 확인한다. T 값 동안 ACQ DB에서 관련 정보를 획득하지 못하면, 기존 규격에 따라 홈망을 탐색한다. 위와 같은 과정은 홈망을 찾을 때까지 반복하여 수행된다.

3.2 고려 사항

제안 방식을 실제 이동통신망에 적용하기 위해서는 다음 사항이 고려되어야 한다. 먼저, 홈 망인 P4 망에 1회 이상 등록하지 않은 경우에는, 단말의 NV(Non-Volatile) 영역에서 HPLMN 관련 정보 (예: MCC=260, MNC=06, ARFCN=10863)를 자동으로 읽어서 ACQ DB에 업데이트 하도록 한다.

아울러, 단말이 등록된 망의 국가가 폴란드인지, 그리고 사용자가 사용하는 SIM 카드가 P4 사업자 카드인지를 확인하는 부분이 필요하다. 또한, 단말의 네트워크 방식이 자동 (automatic) 방식인 경우에만 동작할 수 있도록 한다.

3.3 제안 알고리즘

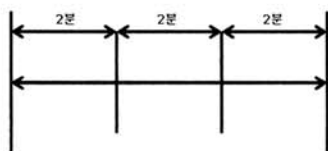
제안된 ACQ DB Scan을 할건지, 기존 3G HPLMN Scan을 할건지에 대한 결정 방법은 아래와 같다.

- 1) Counter 초기값 = (SIM 카드의 T 값 주기 x 3) - 1
- 2) ACQ DB Scan 플래그 사용

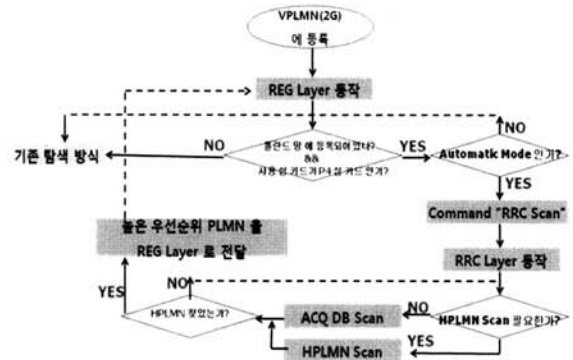
SIM 카드에는 T값 주기가 저장되어 있다. 예를 들어, 주기가 1인 경우 6분 타이머를 의미하며, 주기가 2인 경우 12분 타이머를 의미한다. 이와 같은 T값 주기의 3배 값에 1을 빼면, 2분 간격으로 ACQ DB 구간을 몇 회 탐색할 수 있는지에 대한 Counter 값이 산출된다. 다음으로, 산출된 Counter 값에 따라, ACQ DB Scan 플래그를 활용해서 탐색 방법에 대한 결정을 내릴 수 있도록 한다.

예를 들어, 주기가 1인 경우에는 T 값은 6분이 된다. 그리고 Counter 값은 위 방식에 의해 2가 된다. 이 경우, (그림 5)와 같이 Counter 값이 2분 간격으로 1씩 감소하여 2 → 1 → 0과 같이 3단계를 거치게 된다. 그리고 Counter 값이 0 이상의 경우 ACQ DB Scan 플래그를 참으로 설정해서, 6분간은 ACQ DB 에서만 탐색이 이루어 지도록 한다. 해당 Counter가 음수가 되면, ACQ DB Scan 플래그를 거짓으로 설정하고, HPLMN Scan 동작을 수행한다.

(그림 6)은 상기한 망 탐색절차 및 이동통신 링크계층(예: REG layer, RRC layer) 등의 특성을 포함하여, 이동통신 로밍 환경에서 빠른 홈망 탐색 및 복귀를 위한 전체적인 알고리즘 흐름도를 보여준다.



(그림 5) 주기1인 경우 ACQ DB Scan 동작 구간



(그림 6) 제안하는 홈망 탐색 알고리즘

4. 실험 환경 및 결과

4.1 실험 환경

(그림 7)은 성능분석을 위한 실험 환경을 보여준다.



(그림 7) 실험 환경

단말은 삼성전자의 Wave 단말을 사용하며 폴란드 망 환경을 가상으로 설정하기 위해 Agilent사에서 제공하는 8960 Agilent 장비를 이용해서, P4 사업자(3G) 환경과 Plus 사업자(2G) 환경을 가상으로 설정한다. 실험 순서는 3절에서 기술한 순서로 진행한다.

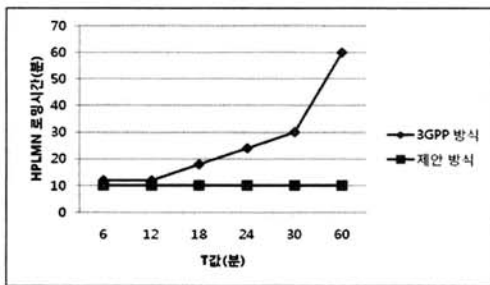
또한, 제안방식에서 소모 전류의 증가 여부를 확인하기 위해 소모 전류 측정기를 활용한다. 또한 디버그 메시지를 활용해서, 단말의 Log를 확보한다. 이와 같은 Log 확보를 통해 제안된 기법이 해당 조건일 경우, 3G 규격을 준수하면서 동작하는지 여부를 확인한다.

본 실험에서 8960 장비를 이용해 Plus 망을 10분간 이용한 후, P4 망으로 이동하도록 설정했다.

4.2 실험 결과

4.2.1 HPLMN 로밍 시간에 따른 성능 비교

(그림 8)은 SIM 카드에 존재하는 T값을 6분에서 60분까지 증가시키며 HPLMN 홈 망으로 로밍하는데 소요된 시간을 보여준다. 3GPP 방식의 경우, T값만큼 대기했다가 홈망으로 로밍한다. 반면에, 제안 방식의 경우 2분 간격으로 지속적으로 홈망 탐색이 이루어져서 아래와 같이 10분만에 홈 망으로 로밍이 가능하다.

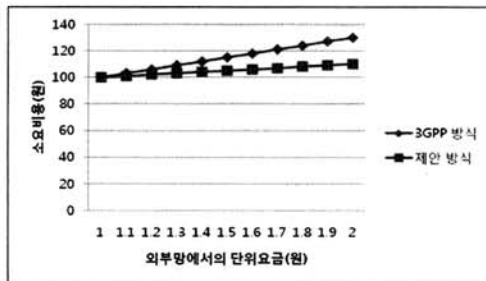


(그림 8) T 값에 따른 HPLMN 로밍 시간

이와 같이, 3GPP 방식과 비교하여 제안 방식은 T값이 커짐에 따라 확연하게 홈 망 복귀시간을 현저하게 줄일 수 있음을 확인하였다.

#### 4.2.2 소요 비용 비교

(그림 9)는 소비자 요금측면에서의 효과를 비교하고 있다. 실험을 위해, SIM 카드의 T값을 30분으로 설정하고, 100분간 망을 사용하는 것으로 가정한다. 그림에서 X축은 홈 망의 단위 요금을 1로 보았을 때, 외부 망에서의 단위 요금을 나타낸다. 즉, 총 100분에서 홈 망 사용시간에는 분당 1의 비용이 들고, 외부 망 사용시간에는 분당 X축 값의 비용이 소요된다고 가정한다.

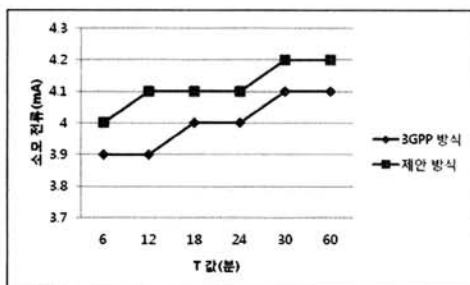


(그림 9) 외부 망에서의 단위요금에 따른 소요비용

그림에서, 외부 망에서의 단위 요금이 증가할수록 제안 방식이 3GPP 방식에 비해 비용 효과가 더욱 좋아짐을 확인할 수 있다.

#### 4.2.3 소모전류에 따른 성능 비교

(그림 10)은 SIM 카드의 T값의 증가에 따른 각 방식의 소모전류 값을 보여준다. 제안 방식에서는 ACQ DB를 2분 단위로 탐색하기 때문에, 3GPP 방식에 비해 소모전류가 다



(그림 10) T 값에 따른 소모전류 측정

소 증가하고 있다. 하지만, 기존 방식에 비해 제안 방식의 소모전류 증가율은 5% 내외로서, 실제 환경에서 충분히 수용할 수준의 범위에 해당된다.

## 5. 결 론

지금까지 이동통신 로밍 환경에서 빠른 홈 망 복귀를 위한 망 탐색 기법을 기술하였다. 제안 기법은 3GPP 규격을 준수하면서 단말에 저장된 ACQ DB를 활용하여 홈 망을 탐색하는 방식이다. 실제 단말기와 실험장비를 이용한 실험 결과에서 제안 방식이 기존 3GPP 규격 방식에 비해 홈 망 복귀시간을 3~60분까지 단축시킬 수 있음을 확인하였다. 제안 방식의 사용으로 인한 소모전류의 증가는 미미하여 실제 시스템에서 수용할 만한 범위이다. 또한 해당 기법은 국가 차원 로밍(national roaming) 계약의 경우, 폴란드뿐만 아니라 타국가에서도 적용 가능한 기법이다.

결론적으로, 본 논문에서 제안하는 로밍 방식을 사용하는 경우, 이동통신사업자 입장에서는 효과적인 망 관리를 수행할 수 있으며, 소비자 입장에서는 서비스 사용 요금을 절감하는 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

- [1] Brigitte Preissl, *et al.*, Telecommunication markets: drivers and impediments, Physical Verlag Press, pp.251-256, 2009.
- [2] 3GPP TS 23.122 V8.9.0, Non-Access-Stratum(NAS) functions related to Mobile Station (MS) in idle mode, March, 2010.
- [3] Pliancharoen J., *et al.*, "Optimum traffic channel in GSM network by using alternative call routing", IEEE Wireless Communications, pp.404-407, May, 2004.
- [4] 전은성 외 3인, "W-CDMA 시스템에서 광 중계기를 이용한 secondary-스크램블 코드의 효율적 활용방안에 대한 연구", 한국통신학회논문지, 제 34권 제 8호, pp.731-741, 2009.

## 하 원 기



e-mail : wonki.ha@gmail.com  
 2006년 부산대학교 전자전기정보컴퓨터공학부(공학사)  
 2006년~현 재 삼성전자 무선사업부  
 2010년~현 재 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 석사과정  
 관심분야: 미래프로토콜, IP Mobility, WiFi

## 고 석 주



e-mail : sjkoh@knu.ac.kr  
 1992년 KAIST 경영과학과(공학사)  
 1994년 KAIST 경영과학과(공학석사)  
 1998년 8월 KAIST 산업공학과(공학박사)  
 1998년 9월~2004년 2월 ETRI 표준연구센터  
 2004년 3월~현 재 경북대학교 컴퓨터학부 교수

1999년~현 재 ITU-T, JTC1/SC6 표준문서 Editor  
 관심분야: 미래인터넷, IP Mobility, 멀티캐스트