

# 무선통신 PCS 망 위치 관리 기법의 성능비교

이홍석, 윤희용, 추현승  
성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터 공학부  
e-mail : {juspeace, youn, choo}@ece.skku.ac.kr

## Performance Comparison of Location Management Schemes in Wireless PCS Networks

Hong Seok Lee, Hee Yong Youn and Hyunseung Choo  
School of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

### 요 약

본 논문은 현재 급격히 늘어가는 무선 통신망 구축을 위한 것이다. 각 사용자들의 위치를 파악하여 다른 사용자와 언제든지 연결을 하기위한 위치 등록과 사용자 호출간의 발표된 많은 방식에 대한 분석이다. 이 분야는 현재 무선 통신의 급증과 관심으로 인해 각광을 받고 있으며, 많은 연구가 되고 있는 현실이다. 또한 실질적으로 적용하기에는 다양한 변수가 있으므로 여러가지 방식을 비교 분석하여 상황에 맞는 우수방식을 결정하는 것이 중요하다. 따라서 본 논문에서는 지금까지 발표된 여러 방식을 설명 및 분석하고, 다른 방식과 각 상황에 따른 장단점을 비교 분석한다.

### 1. 서론

무선 통신 시장은 1990년대 말부터 급속히 팽창하기 시작했고, 다수의 서비스 공급 업체들은 이런 급속한 팽창을 충분히 만족시키기 위해 한정된 대역폭과 동일한 서비스 자원보다 많은 사용자에게 보다 높은 서비스를 제공하기 위한 여러가지 기술을 연구하기 시작했다.

사용자의 위치관리라고 하는 것은 무선으로 연결된 사용자들이 자유롭게 이동하면서 언제든지 다른 사용자와 연결되어질 수 있는 모든 관리를 말하는 것이다. 현재 사용자가 증가하여 여러 개의 기지국이 연결됨으로 그 중요성이 증가하게 되었다. 이를 위해서 기본적인 아이디어가 도입되고 지금까지는 이 방식을 좀더 효율적으로 개선하기 위한 연구들이 진행되어져 왔다. 하지만 무선통신망에서 위치관리를 하기 위해서 중요한 한가지는 모든 상황에 적용되는 최적의 알고리즘이 존재하지 않는다는 것이기 때문에, 각 상황에 가장 효과적인 방식을 적용시키는 것이 중요하다. 따라서 본 논문에서는 각 사용자의 위치 갱신을 위한 여러가지 방식을 알아보고, 각 방식에 대한 장단점을 비교 분석하였다.

### 2. 무선 통신의 기본 구조

#### 2.1 무선 통신 네트워크 구조

무선 통신 네트워크에선 각 사용자가 임의의 다른 사용자와 한정된 시간 안에 위치를 추적하여 연결하는 것이 필요하다. 그림 1은 이를 하기 위한 PCS 네트워크 구조를 나타낸 것이다. 무선 통신 네트워크는 가장 기본적으로 기지국(Base station)에 의해 분할되는 셀들의 집합으로 구성되어 있다. 그리고 여러 개의 기지국이 하나의 스위칭 센터(Mobile Switching Center)에 의해 조정되어진다. 스위칭 센터는 PSTN(Public telephone switched network)과 같은 유선망에 연결되어져 있고 스위칭 센터에는 VLR(Visitor Location

Register)이란 데이터 베이스를 가지고 있다. VLR에는 그 지역에 있는 사용자의 정보가 저장되어 있다. 모든 이동자의 정보는 HLR(Home Location Register)에 저장되어 있고, 이는 모든 스위칭 센터와 연결되어져 있다.

#### 2.2 SS7 프로토콜

그림 2는 SS7(Signaling System No.7)의 기본 구조를 나타낸다. SS7은 각 장비 사이에 제어 메시지를 교환함으로써 호 설정 절차, 진행관리, 전화 사용자들 사이의 호 연결 및 해제 등을 정의한 것이다. 그리고 제어 채널과 데이터 채널을 구분하여 설정함으로써 호 설정 시간을 감소시키며 연결 신뢰도를 향상시킨다. STP(Signaling transfer point)는 SS7에서 각 메시지의 해석과 네트워크와 데이터베이스 사이에서 메시지들의 라우팅 작업을 수행한다.

#### 2.3 위치 관리

무선 이동통신의 위치 관리를 하기 위한 2가지 중요한 과정이 생긴다. 각 사용자가 분할된 셀을 지날 때마다 이후에 요청되는 호 설정을 위하여 자신의 위치를 데이터 베이스에 등록하는 과정과 등록되어져 있는 해당 사용자의 위치로부터 호 설정 연결 시 해당 사용자의 위치를 추적하기 위한 과정이 필요하다. 이를 각각 전자는 '갱신'과 후자는 '호출'로 부른다.

갱신과 호출은 서로 상대적인 관계에 있다. 사용자가 자신의 위치 정보를 HLR에 자주 갱신할수록 그것을 추적하기 위한 호출 빈도수는 작아지고, 갱신 횟수를 작게하면 그만큼의 호출 빈도수는 증가한다. 무선 네트워크에서 위치관리를 하기 위해서는 갱신과 호출에 대한 고려를 동시에 하여야 한다. 따라서 위치관리를 위한 비용을 다음과 같이 정의한다.

$$\text{총 위치관리 비용} = \text{갱신 비용} + \text{호출 비용}$$

호출과 갱신은 모두 무선뿐만 아니라 유선 네트워크의 자원을 필요로 한다. 뿐만 아니라 이는 각 이동장비의 전력소

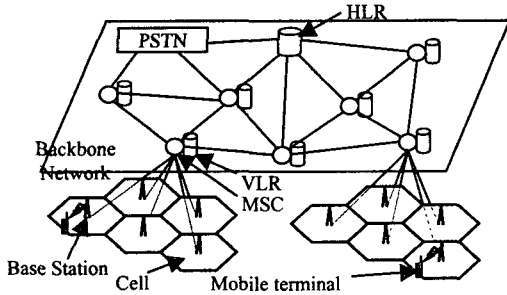


그림 1. PCS 네트워크 구조

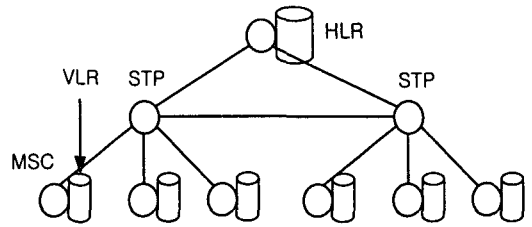


그림 2. SS7 네트워크 구조

모에도 큰 영향을 주기 때문에 두 동작에 대한 적절한 조절이 필요하다. 따라서 사용자의 위치관리를 위해서 언제 어떻게 어느 위치에서 갱신을 하여야 하는가는 주된 관심거리이다. 그렇게 되면 이후 어떻게 호출을 할 것인가를 결정하게 되며 이로 인한 총 위치관리 비용이 최소화 되어지는가에 주목을 할 수 있게 된다.

### 3. 위치 갱신 방식

#### 3. 1 기본 갱신 방식

##### 1) 지역기반 갱신방식

지역기반 갱신방식은 무선 통신 위치 관리의 기본이 되는 방식으로 각 사용자는 다른 지역을 들어설 때마다 자신의 위치를 HLR에 등록 시키는 것이다.

##### 2) 세가지 주요 동적 갱신 방식

사용자의 위치를 동적으로 갱신하는 방식 중 대표적인 방식으로 시간기반, 이동기반, 거리기반 방식이 있다. 이 방식은 [3]의 논문에서 비교되었다.

I. 시간기반 방식 : 시간기반 방식은 각 사용자가 일정한 시간 T가 지났을 때마다 갱신을 하는 방식이다.

II. 이동기반 방식 : 이동기반 방식은 각 사용자가 셀간의 경계선을 지날 때마다 그 수를 세고 있다가 일정한 문턱값이 되면 갱신신호를 보내는 방식이다.

III. 거리기반 방식 : 거리기반 방식은 각 사용자가 처음에 등록된 셀을 기준으로 일정한 반경을 이동하였을 때 갱신을 하는 방식이다.

논문 [3]에 의하면 세가지 방식을 비교하였는데 거리기반 방식이 가장 적은 비용이 들고, 가장 많은 비용이 소요되는 방식이 시간기반 방식이었다.

##### 3) 방향기반 갱신 방식

방향기반 갱신 방식이란 사용자가 이동할 때 같은 방향으로 이동 하고 있을 때에는 갱신 신호를 보내지 않고 이전에 이동했던 방향과 다른 방향으로 이동 했을 때에만 갱신을 하는 방식이다.[4] 이를 구현하기 위해서는 해당 사용자가 자신의 이동 시 방향이 바뀌었음을 감지 할 수 있어야 한다.

#### 3. 2 응용 갱신 방식

##### 1) 등록 센터 방식

등록 센터 방식은 지역기반 갱신방식의 갱신 비용을 높이기 위하여 제안된 방식이다.[5] 이 방식을 구현하기 위해서는 전 지역에 일정부분을 등록 센터로 선정하여 각 사용자가 이동하다가 등록 센터로 지정된 지역에 들어섰을 때만 갱신을 하는 방식이다.

##### 2) 최적 동적 위치 갱신방식

최적 동적 위치 갱신방식은 이동기반 방식을 향상시킨 것으로 최적의 문턱값을 결정하여 적용시키는 방식이다. [6]에 따르면 문턱값이 일반적인 경우 3 - 5 정도 일 때 최적의 비용을 가지게 됨을 보였다.

##### 3) 선택적인 위치 갱신 방식

선택적인 위치 갱신 방식은 각 사용자마다 갱신하는 방식을 달리 적용시키는 방식이다.[7] 즉, 사용자의 생활환경에서 많이 있는 LA에서만 갱신 신호를 보내게 된다. 여기서 발생하는 장점으로서는 각 사용자의 갱신 비용을 최소화 할 수 있다는 점과 각 개인의 성향을 최대한 고려한다는 것을 들 수 있다.

##### 4) LeZi 갱신 방식

LeZi 갱신 방식은 사용자가 자신의 위치를 언제 어떻게 갱신하는가에 초점을 맞추기보다는 사용자가 어떻게 이동할 것인가를 추측하여 이를 근거로 호출 비용을 감소시키는 방식이다.[8] 사용자가 어떤 갱신 방식이든 이동하면서 갱신 신호를 보낸 지역(LA 또는 셀)을 사용자 이동 성향이라는 갱신리스트로 표현할 수 있다. 시스템은 이를 데이터베이스에 유지하고 있다가 이후 사용자에게 호출이 왔을 시 이 갱신리스트를 근거로 호출할 지역의 순서를 결정할 수 있다.

##### 5) 동적 위치관리 방식

동적 위치관리 방식은 각 사용자의 LA의 크기를 유동적으로 결정하는 방식을 말한다.[9] 각 사용자마다 임의의 셀의 수를 포함하는 가상의 LA가 결정되는 방식이 동적 위치관리 방식이다.

##### 6) 오버랩(Overlapping) 방식

오버랩 위치 갱신 방식은 기존의 LA 위치 구조에서 각 LA의 외각지역을 인접한 LA와 겹치게 구성함으로써 사용자의 위치갱신 횟수를 줄인 방식이다. [10], [11]

##### 7) 임플리트(Implicit) 위치 등록 방식

임플리트 위치 등록 방식이란 갱신 방식은 한 LA 안에서 일어나는 각 셀간의 갱신에 관한 새로운 방식을 제시한 것이다.[12] 사용자가 각 셀의 위치를 변경할 때마다 갱신을 하지 않고, 자신이 호출할 때와 호출 받을 때만 자신의 위치가 있는 셀의 정보를 갱신하는 방식이다.

### 3. 3 데이터베이스 적용 방식

#### 1) 3 레벨 데이터베이스 방식

갱신 비용을 줄이기 위한 3 레벨 데이터베이스 방식은 사용자가 자신의 위치를 등록하는 데이터베이스 구조를 IS-41 과 GSM 에서 쓰는 VLR-HLR 의 2 레벨 방식에서 HLR 의 부하를 줄이고자 HLR 과 VLR 사이에 RLR(Regional Location Register)을 추가한방식이다.[13]

#### 2) 포워딩 포인터방식

포워딩 포인터방식[14]은 사용자가 LA 의 위치를 바꿀 때 마다 VLR 에 위치 갱신 요구를 하지만 VLR 은 이를 HLR 에 위치 갱신 요청을 하지 않고 그 사용자의 이전 LA 의 VLR 에 포워딩 포인터를 요청함으로써 HLR 은 그대로 이전의 LA 의 위치 정보를 그대로 유지한 채, 사용자의 위치 정보를 VLR 끼리 처리하는 방식이다.

#### 3) 캐쉬 방식

캐쉬 방식은 SS7 에서 각 지역 STP 에 캐쉬를 두어 호를 설정할 때 HLR 의 부하를 줄이기 위한 방식이다.[15] 사용자의 위치 신호가 STP 를 지날 때 이를 각각 캐쉬에 저장하여 다음 호를 설정할 때 이를 참조하는 방식이다.

#### 4) 위치갱신 비용 감소 방식

위치갱신 비용 감소 방식은 Two location 알고리즘이라고 명명되며 HLR 과 사용자에 위치 저장 장소를 2 곳으로 하는 방식으로[16] 두 곳의 저장장소에는 이전 위치정보와 현 위치 정보가 들어간다. 새로운 곳으로 이동되었을 때 이전 위치정보와 동일한 곳에서는 갱신을 하지 않는 방식이다.

### 4. 갱신 방식의 분류

앞장에서 우리는 여러가지 다양한 위치 갱신 방법에 대해서 살펴보았다. 여기서는 이 다양한 방법을 기준에 의해서 분류해 보고자 한다.

갱신 방법을 분류하는 기준은 크게 세가지로 나누어 질 수 있다. 그 방법은 우선

- 1) 갱신장소가 정적이냐 동적이냐.
- 2) 사용자에 의한 갱신 장소가 독립적이냐 의존적이냐.
- 3) 사용자가 갱신을 할 때 같은 문턱값으로 갱신하는가 그렇지 않은가.

이렇게 3 가지 기준으로 모든 갱신방식이 분류된다.

보편적으로 처음에 시작된 기본 갱신 방법들은 정적이고 사용자 성향에 독립적이거나 같은 문턱값을 가지는 방법에서 좀 더 나은 방법으로 사용자의 성향을 반영하는 방향으

로 연구가 진행된다. 그림 3 은 모든 갱신 방법을 도표화 시킨 것이다.

### 5. 각 방식의 비교평가

#### 5. 1 평가 기준과 고려사항

이 장에는 각 갱신방식에 대한 장단점을 분석하려고 한다. 평가 범위는 다음과 같은 4 분야에 관한 것이다.

- 1) 갱신 비용과 총비용
- 2) 구현을 위한 추가비용 유무
- 3) 호 도착 비율에 따른 적용성
- 4) 셀 반경의 크기에 따른 적용성

여기서 1)번 항목에서 갱신 비용은 각 방식에 따른 갱신 비용이 우선 고려되며, 총 비용은 각 갱신 방식에 따른 호출비용이 추가되어 고려되고, 2)번 항목은 구현을 하기위해서 새로운 비용이 필요한지에 대한 것이다. 3)번 항목은 각 사용자에 대한 호 도착 비율이 적고 많음에 따른 어떤 방식이 유리 한지 불리한지에 대한 평가를 주로 한다. 이는 우선 각 논문에 나온 결과값을 기준으로 하였다. 4)번 항목은 사용자가 이동하는 곳의 셀의 반경의 크기에 따른 비교를 하였다. 평가를 하기 위하여 각 방식이 같은 상황에서 판단 되어야 하나 서로 다른 조건에서 쓰여진 논문들을 하나의 기준으로 통일시켜 적용하기 어려운 점을 고려하여 1)번 항목은 A(양호) 에서 E(저조)까지 5 단계로 평가하고, 2)번 항목부터 4)번 항목까지는 3 단계로 구분한다.

또한 HLR 에 갱신이 되지 않는 방식인 캐쉬방식과 LeZi 갱신 방식은 제외한다.

#### 5. 2 각 방식들의 평가

표 1 에는 앞에서 소개한 갱신 방식들을 비교 정리한 것이다. 평가 등급이 절대적인 수치를 나타내는 것이 아니고, 해당 방식에 대한 판별정도이다.

이 평가 사항들을 정리하면 공통적인 사항이 다음과 같은 나타내어진다.

- 1) 기본 방식보다 이를 응용한 방식이 총 비용면에서 상당한 우위를 나타낸다.
- 2) 가장 좋은 방식인 있을 수 없고, 대부분의 방식들이 어느 한가지 관점에서 좋은 성능을 나타내고 있다.
- 3) 최근에 발표된 방식들은 대부분이 높은 호 설정 비율과 작은 셀에서 유리한 성능을 보이고 있다. 이 결과는 현 위치관리 연구가 인구가 밀집한 지역연구에 많은 비중을 두고 있다는 사실을 알려준다.

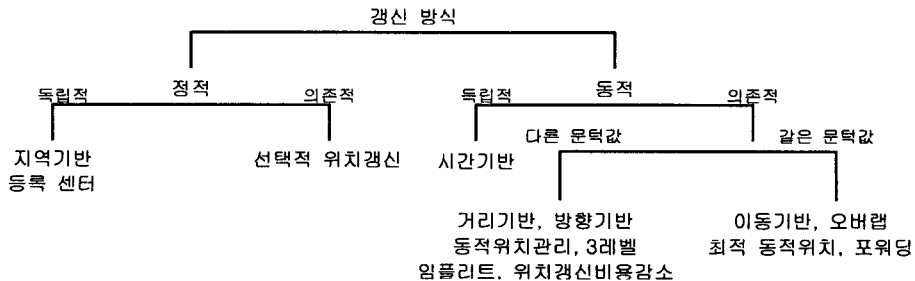


그림 3. 각 갱신 방법 분류

	갱신비용	총비용	부가사항	적은호출	많은호출	작은셀	큰셀
지역기반	E	D	없음	불리	유리	불리	보통
시간기반	C	E	없음	유리	불리	불리	유리
이동기반	C	E	없음	유리	불리	불리	유리
거리기반	B	D	약간	보통	보통	보통	보통
방향기반	D	C	없음	보통	보통	유리	불리
등록센터	D	C	없음	보통	보통	보통	보통
최적동적위치	C	D	없음	유리	불리	불리	유리
선택적위치갱신	A	B	약간	유리	보통	유리	불리
동적위치관리	B	C	없음	유리	유리	유리	유리
오버랩	D	B	많이	불리	유리	유리	불리
임플리트	B	C	없음	불리	유리	유리	보통
3레벨	A	A	아주많이	불리	유리	유리	보통
포워딩	C	B	약간	보통	유리	유리	보통
위치갱신비용감소	D	C	약간	불리	보통	유리	불리

표. 1 각 갱신 방법 비교 평가표

6. 결론 및 열린 문제들

지금까지 우리는 무선 통신 네트워크를 위한 위치관리에서 각 사용자의 갱신방식에 대한 여러가지 방식과 그 분류 및 성능을 비교하였다.

현 연구논문들의 관심거리를 살펴보면 다음과 같다.

- 1) 중앙 HLR 의 분산과 그 정도
- 2) 사용자의 이동성과 호출 비용
- 3) 사용자의 성향을 최대한 반영하는 동적 관리
- 4) 기존방식과 연결되기 위한 간단한 구현 방식
- 5) 각 신호 트래픽 제어의 효율화
- 6) 사용자 성향반영을 위한 통계적 기법 연구

위와 같은 목표로 많은 연구 결과들이 나왔고 그에 따른 높은 성능의 연구 결과들이 제공되어졌다.

그리고 앞으로도 주어진 과제가 많이 남겨져 있다. 그 첫 번째가 바로 HLR 로의 집중화인가 분산해야 하는 것인가가 그것이다. 그 다음 문제가 호 연결하기 위한 딜레이 시간의 최적화이다. 적절한 갱신 방식으로 인한 딜레이 시간의 최소화가 즉 전체 비용 향상으로 직결되기 때문이다.

짧은 시간에 급격히 발전한 무선 통신 시대는 지금도 계속 더 빠른 데이터 전송과 보다 높은 성능이 최대의 직면과제가 된 지금 결국의 이 모든 문제가 언제 어디서 어떻게 갱신을 할 것이며 또한 이러한 상황에서의 어떠한 호출을 해야 하는가 하는 갱신과 호출의 딜레마이다.

참고문헌

[1] I. F. Akyildiz and J.J. S. M. Ho, "On Location Management for Personal Communications Networks," IEEE Commun. Mag., Vol. 34, Sept. 1996. pp. 138-145

[2] Akyildiz I.F, Mcnair, J. Ho, J.S. M., Uzunalioglu, H., Wewne Wang, "Mobility Management in Next-Generation Wireless Systems", Proceedings of the IEEE, Vol. 87 No. 8, Aug. 1999, pp. 1347-1384.

[3] Amotz Bar-Noy, Ilan Kessler, "Mobile Users: To Update or Not to Update?" IEEE INFOCOM '94 Networking for Global Communications 13<sup>th</sup> proceedings 1994, vol. 4, pp. 570-576.

[4] Hang-Wen Hwang, Ming-Feng Chang, and Chien-Chao Tseng, "A Direction-Based Location Update Scheme with a Line-

Paging Strategy for PCS Networks", IEEE Communications Letters, Vol. 4, No. 5, May 2000. pp. 149-151.

[5] Bar-Noy, A.; Kessler, I. "Tracking Mobile Users in Wireless Communications Networks" IEEE Transactions on Information Theory, Vol 38. No.6, Nov. 1993, pp. 1877-1886.

[6] Jie Lin Hisao Kameda and Keqin Li, "Optimal Dynamic Location Update for PCS Networks", Networking : IEEE/ACM Transactions on vol. 8, June 2000 pp. 319-327.

[7] Sanjoy K. Sen, Amiya Bhattacharya and Sajal K. Das, " A Selective Location Update Strategy for PCS Users" Wireless Networks, Vol. 5, no.5, Sept. 1999 pp.313-326

[8] A. Bhattacharya and S. K. Das, "LeZi-Update: An Information-Theoretic Approach to Track Mobile Users in PCS Networks", Proc. ACM/IEEE Mobicom '99 Seattle, WA, Aug. 1999, pp. 1-12.

[9] Hai Xie, Sami Tabbane, David J. Goodman, "Dynamic Location Area Management and Performance Analysis", IEEE Vehicular Technology Conference 43<sup>rd</sup> 1993, pp. 536-539.

[10] Jose M. Brazio, Nuno J. S. Silva, "Performance Evaluation of a Multi-layer Location Update Method", IEEE Vehicular Technology Conference, 46<sup>th</sup>, Vol.1, 1996, pp. 96-100.

[11] Daqing Gu, Stephen S. Rappaport, "Mobile User Registration in Cellular Systems with Overlapping Location Areas", IEEE Vehicular Technology Conference, 49<sup>th</sup>, Vol.1, 1999, pp. 802-806.

[12] Bongsue Suh, Jin-Seek Choi, and Jae-Kyoon Kim, "Mobile Location Management Strategy with Implicit Location Registration" IEEE Vehicular Technology Conference 49<sup>th</sup> Vol. 3. 1999 pp.2129-2133.

[13] ZHU Jian, Wang Jing, "3-level Database Hierarchy for Location Management in PCS Networks" International Conference on Communication Technology ICCT'98, International Conference Vol.1, on Oct. 1998, pp. 101-105.

[14] R. Jain and Y.B. Lin, "An Auxiliary User Location Strategy Employing Forwarding Pointers to Reduce Network Impact of PCS," Wireless Networks, Vol. 1, No. 2, July 1995, pp. 197-210.

[15] R. Jain, Y. B. Lin, and S. Mohan, "A Caching Strategy to Reduce Network Impacts of PCS", IEEE J. Select. Areas Commun., Vol.12, Oct.1994, pp. 1434-1444.

[16] Yi-Bing Lin, "Reducing Location Update Cost in a PCS Network", IEEE Transactions on Networking, Vol. 5, No. 1. Feb 1997, pp. 25-33.

[17] Z. Naor and H. Levy, "Minimizing the Wireless Cost of Tracking Mobile Users: An Adaptive Threshold Scheme", Proc. IEEE INFOCOM '98, San Francisco, CA, Mar./Apr. 1998, pp. 720-727.