

論文98-35T-9-12

이동통신망에서의 위치등록 데이터베이스 크기에 대한 연구

(The Study on the Size of the Registration Database for Location Registration Area in Mobile Communication Networks)

朴 晶 勳 *

(Jeong-Hoon Park)

요 약

이동통신망에서 이동국이 등록지역을 이동할 때마다 위치등록 및 위치등록취소가 요구된다. 이동국이 등록지역을 벗어날 때 등록을 취소시키는 몇가지 방법을 조사한 후 등록취소로 인하여 부가되는 통신망의 트래픽을 제거할 수 있는 등록취소 방법을 선택하였다. 그러나 이 기법은 유효한 등록 기록을 삭제시킬 수 있으므로 위치등록 데이터베이스의 크기는 유효한 등록기록이 삭제되는 확률이 낮도록 충분히 크게 해야한다. 본 논문은 이러한 등록취소 기법에서 위치등록을 위한 데이터베이스 크기를 결정하는 분석 모델을 설명하였다. 분석 모델의 모의실험 결과 데이터베이스의 크기는 위치등록지역에 예상되는 이동국의 수에 비해 3-5배 정도가 되어야 하는 것을 알 수 있었다.

Abstract

Location Registration and deregistration is necessary to mobility management in a Mobile Communication networks when a mobile phone moves between location registration areas. After considering several deregistration schemes, a simple scheme that eliminate network traffic is chosen. However, this scheme may delete valid registration record, so the size of location registration database must be sufficiently large to ensure low probability that a valid records are deleted. This paper describes an analytic model to determine the size of location registration database for a location registration area in this simple scheme. The simulation results of analytic model show that the size of database must 3-5 times than the expected number of mobile phones in a location registration area. (Mobile, Communications, Location, Deregistration, Database)

I. 서 론

최근의 이동통신망은 가입자에게 언제 어디서나 액세스 방법에 관계없이 음성, 데이터, 화상정보등을 제공할 수 있는 개인 휴대통신 서비스(Personal Communication Services)로 발전되고 있다^[1, 2]. 이동통신망이 이러한 서비스를 제공하기 위해서는 가입자의 자유로운 이동을 보장하는 이동성 관리기능이 있어

야 한다. 이동성 관리는 이동국이 새로운 위치등록지역(LA : Location Registration Area)을 이동할 때마다 위치등록 및 위치등록취소를 함으로써 가능하게 된다. 이동통신망에서 위치등록은 이동국이 현재의 위치를 시스템에게 보고함으로써 시작된다. 즉 이동단말기가 전원을 온(on)하거나 다른 LA로 이동할 때 VLR(Visitor Location Register)에 신규 LA에 대응되는 것을 등록시키고 HLR(Home Location Register) 신규 LA 어드레스를 보고 한다. 하나의 VLR이 관장하는 영역에 LA가 1개 일수도 있고 다수가 될수도 있다. VLR영역이 LA 영역과 일치할 때 LA의 데이터베이스 크기는 VLR 데이터베이스 크기

* 正會員, 市立 仁川專門大學 通信科

(Dept. of Comm., Junior College of Incheon)

接受日字: 1998年4月18日, 수정완료일: 1998年7月16日

와 일치된다. 이동통신망에서 위치등록은 앞으로 논의 될 등록취소 방법에 따라서 HLR은 이전의 VLR기록을 삭제시키기 위하여 등록취소 메시지를 이전의 VLR에게 보내거나 또는 안 보낼수도 있다. 이동단말기의 위치를 찾기 위해서는 이동국의 HLR를 액세스하여 현재 VLR 주소를 읽으면 된다. 만일 이동국이 새로운 위치등록 지역으로 이동했을 때 데이터베이스가 모두 사용되고 있다면 이동국이 이용할 수 있는 데이터베이스는 없다. 이동국이 LA를 벗어나거나 장시간 동안 전원을 끄고 있을 때면, 이동국은 그런 LA로부터 등록이 취소되고 이동국에게 할당된 데이터베이스는 새로운 이동국에 재할당될 수 있다.

위치갱신과 위치등록 및 등록취소에 대한 메시지 흐름은 참고문헌^[3, 4, 5]에 자세히 서술되어 있으며, 위치등록취소 방법을 크게 세 가지로 분류하는데, 첫째 방법은 새로운 LA에 등록할 때 이전 LA의 등록을 취소하는 방법으로 통신망에 많은 트래픽을 유발시킬 수 있고 단말기가 전원을 오프(off)해도 등록취소가 되지 않을 수도 있다. 두번째 방법은 이동단말기가 일정기간 동안 등록갱신을 하지 않으면 자동적으로 등록취소가 되도록 하는 방법이다. 세번째 방법은 새로운 이동단말기가 LA지역에 들어올 때 위치등록용 데이터베이스가 모두 사용되었을 때 등록되지 가장 오래된 위치등록 기록은 사용되지 않는다고 가정하여 새로운 이동단말기에게 할당하는 방법이다. 이러한 위치등록취소 방법에서는 한 단말기에 대해서 다수의 VLR에 등록된 기록이 있을 수 있다. 그러나, 이런 경우에도 단지 하나의 기록만 유효하고 나머지 기록들은 사용이 안되므로 이동단말기를 추적하는데 어떠한 영향도 미치지 않는다. 왜냐하면, 앞에서 언급했듯이 이동단말기가 이동하면 단말기의 HLR 기록은 단말기가 등록된 VLR에 따라서 갱신된다. 만일 시스템이 이동단말기 위치를 찾으려고 시도하면 HLR에서 가장 최근의 VLR 기록만을 찾음으로 통신망은 다수의 사용될 수 없는 기록들이 이동단말기를 호출하는데 있어서 문제를 발생시키지는 않는다. 단지, 통신망이 사용될 수 없는 기록을 즉시 감지할 수 없으므로, 새로운 이동국을 등록시킬 때 데이터베이스 크기가 충분하지 못하면 사용될 수 있는 기록이 대체되어 이에 해당되는 단말기가 등록취소되는 확률이 증가된다. 그러므로 PCS의 호손율(call blocking probability)이 2% 이하가 되도록 하려면 위치등록 데이터베이스 크기를 유효한 등

록기록이 대체되는 확률이 10^{-2} 또는 10^{-3} 이하로 되도록 크게 잡아 두어야 한다^[6, 7]. 본 논문에서는 이러한 세번째 등록취소 방법에서 데이터베이스 크기를 결정하는 분석적인 모델에 대해서 서술한다.

II. 분석 모델

N개의 휴대기가 평균적으로 한 등록지역(LA)에 있다고 가정한다. 이동단말기가 한 LA에 존재하는 시간 t 는 확률밀도함수가 $\lambda(t)$ 이고, 평균이 $1/\mu$ 인 랜덤변수다. 정상상태(steady state)에서는 이동국이 한 LA로 들어오는 비율과 나가는 비율은 같다. 만일 N이 충분히 크면 이동단말기의 LA에 도착은 다음 식(1)과 같은 도착율을 갖는 포이슨 분포로 가정할 수 있다^[6].

$$\eta = N\mu \quad (1)$$

위치등록 데이터베이스 크기를 k라고 가정하면 데이터베이스는 b_1, \dots, b_k 까지의 k개의 기록이 있다. 이동단말기 b_i 가 유지되는 시간은 b_i 보다 작다 ($i < j$). 즉 새로운 이동단말기 b_j 가 도착하면 가장 오래된 기록(b_1)이 대체된다. t_i 를 두개의 연속적으로 도착하는 단말기 b_i 와 b_{i+1} 도착시간 간격으로 가정하면 τ_i 는 LA에서 b_i 의 잔류시간이다(그림1.(a)참조). t_i 가 지수함수 분포이므로 확률밀도함수 $f(t_i)$ 는

$$f(t_i) = \eta \exp(-\eta t_i) \quad (2)$$

가 되고, 랜덤변수 $t = t_1 + \dots + t_k$ 의 확률밀도함수 $f_k(t)$ 는

$$f_k(t) = \frac{(\eta t)^{k-1}}{(k-1)!} \eta e^{-\eta t} \quad (3)$$

가 된다. 누적분포(distribution) $F_k(t)$ 는 다음 식(4)로 나타내진다.

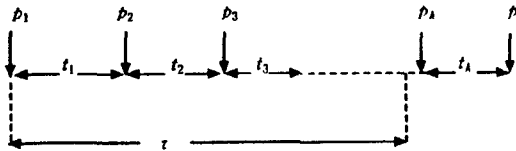
$$F_k(t) = \int_{t=0}^t f_k(t) dt \\ = 1 - \sum_{0 \leq i \leq k} \frac{(\eta t)^i}{i!} e^{-\eta t} \quad (4)$$

a 를 새로운 b 가 도착할 때의 b_1 가 LA를 떠나버렸기 때문에 사용이 안 될 기록이므로 데이터베이스를 변경해도 문제가 없을 확률이라 하면, 그림1.(a)로부터

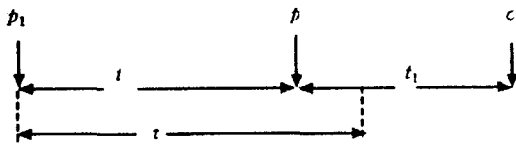
a 는 다음 식(5)로 나타내진다.

$$\begin{aligned}
 a &= P_r[t_1 + \dots + t_k > \tau] \\
 &= \int_{t=0}^{\infty} \int_{t=\tau}^{\infty} r(t) f_k(t) dt d\tau \\
 &= \int_{t=0}^{\infty} \int_{t=\tau}^{\infty} r(t) \frac{(\eta t)^{k-1}}{(k-1)!} \eta e^{-\eta t} dt d\tau \quad (5)
 \end{aligned}$$

(단, τ 는 위치등록지역(LA)에 이동단말기가 존재하는 시간)



(a)



(b)

그림 1. 시간도 (a) $\tau < t_1 + \dots + t_k$

(b) $\tau > t$ 및 $t_1 > \tau - t_1$

Fig. 1. The timing diagram.

(a) $\tau < t_1 + \dots + t_k$

(b) $\tau > t$ and $t_1 > \tau - t_1$

또한 p_1 가입자가 LA에 잔류하고 있는데 p_1 용 데이터베이스가 p 용으로 대체되었어도 p_1 이 새로운 LA로 이동할 때까지는 p_1 에게 전화가 오지 않는다면 데이터베이스가 변경되어도 문제가 없다. 그림1.(b)에서 p_1 이 시간 T 에 LA로 이동하고 $T + \tau$ 시간에 LA를 빠져나온다. p_1 의 위치등록 데이터베이스는 $T + t < T + \tau$ 동안에 p 용으로 대체된다. 만일 p_1 의 다음 호 c 가 $T + t + t_1 > T + \tau$ 에 도착하면 데이터베이스가 변경되었어도 문제가 없다. p 의 호도착율에 λ 인 포아슨 분포로 가정하면, p 가 LA에 도착하는 시간에서 p 가 호출 될 때까지의 시간 간격인 t_1 도 역시 동일하게 다음과 같은 지수함수 분포를 갖는다.

$$h(t_1) = \lambda \exp(-\lambda t) \quad (6)$$

β 가 $t_1 > \tau - t$ 및 $\tau > t$ 일 확률이므로 β 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 \beta &= P_r[t_1 > \tau - t \text{ and } \tau > t] \\
 &= \int_{\tau=0}^{\infty} \int_{t=0}^{\tau} \int_{t_1=\tau-t}^{\infty} h(t_1) f_k(t) r(\tau) dt_1 dt d\tau \\
 &= \int_{\tau=0}^{\infty} \int_{t=0}^{\tau} \int_{t_1=\tau-t}^{\infty} \lambda e^{-\lambda t_1} \frac{(\eta t)^{k-1}}{(k-1)!} \eta e^{-\eta t} r(\tau) dt_1 dt d\tau \\
 &= \int_{\tau=0}^{\infty} \int_{t=0}^{\tau} \frac{(\eta t)^{k-1}}{(k-1)!} \eta e^{-(\eta-\lambda)t} r(\tau) e^{-\lambda \tau} dt d\tau \\
 &= \left(\frac{\eta}{\eta-\lambda}\right)^k \int_{\tau=0}^{\infty} r(\tau) e^{-\lambda \tau} \times \\
 &\quad \int_{t=\tau}^{\infty} \frac{[(\eta-\lambda)t]^{k-1}}{(k-1)!} (\eta-\lambda) e^{-(\eta-\lambda)t} dt d\tau \\
 &= \left(\frac{\eta}{\eta-\lambda}\right)^k \int_{\tau=0}^{\infty} r(\tau) e^{-\lambda \tau} \times \\
 &\quad \left[1 - \sum_{0 \leq i < k} \frac{[(\eta-\lambda)t]^i}{i!} e^{-(\eta-\lambda)t}\right] d\tau \quad (7)
 \end{aligned}$$

앞에서 살펴본 대로 임의의 이동단말기용 위치등록 데이터베이스가 새롭게 위치등록지역으로 들어오는 새로운 이동단말기를 위해 변경되었어도 호출시 문제가 없는 경우는 다음과 같다. 즉 데이터베이스가 변경된 이동단말기가 위치등록지역에 존재하지 않을 경우와 그러한 이동단말기가 위치등록지역에 존재해도 데이터베이스가 변경된 다음 새로운 위치등록지역으로 이동하기 전까지 호출이 없다면 또한 문제가 되지 않는다. 즉, $\gamma = \alpha + \beta$ 라 하면 γ 는 위치등록 데이터베이스가 변경되어도 문제가 없는 확률이다. $\gamma = 1$ 이면 호손실은 없다. 그림. 2, 그림.3, 그림.4에서 몇가지 호 도착율(λ)에 대해 예상되는 이동단말기 수 N 를 변화시키면서 데이터베이스 크기 k 에 대한 γ 를 도실했다. 그림.2 -그림.4에서 N 이 충분히 크면($N > 1000$) N 값에 관련없이 $\gamma = 10^{-2}$ 이하 조건은 $k > 3N$ 이고, $\gamma = 10^{-3}$ 이하 조건은 $k > 5N$ 임을 알 수 있었다. 또한 호 도착율은 k 가 작을때 큰 영향을 미치는 것을 보였다.

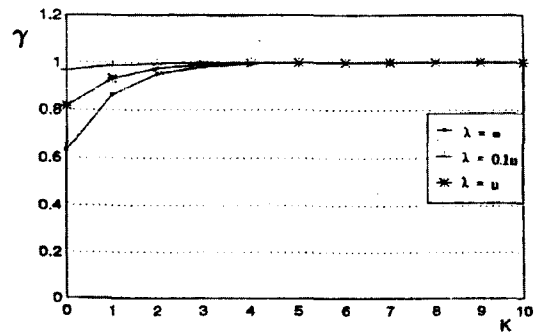


그림 2. k 의 변화에 따른 γ ($N=1,000$)

Fig. 2. γ for against k ($N=1,000$).

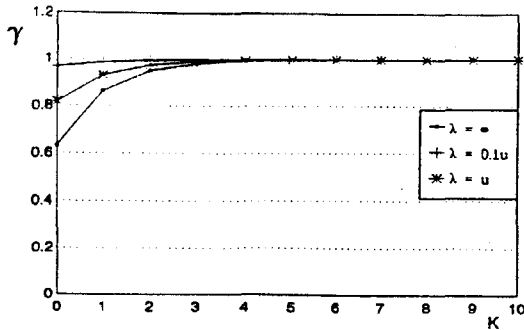


그림 3. k에 대한 γ ($N=10,000$)
Fig. 3. γ for against k ($N=10,000$).

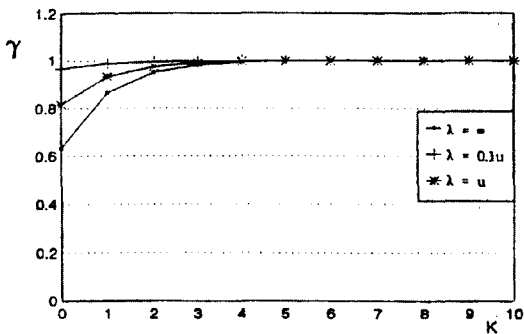


그림 4. k에 대한 γ ($N=100,000$)
Fig. 4. γ for against k ($N=100,000$).

III. 결 론

본 논문에서는 이동통신망에서 필수적인 이동성관리 기능을 구현하기 위해서 이동국이 등록지역을 벗어날 때 등록을 취소시키는 기법들을 조사 분석한 후 통신망에 많은 트래픽을 부가시키지 않는 방법인, "새로운 휴대단말기가 LA 지역에 들어올 때 위치등록용 데이터베이스가 모두 사용되었 때 등록된 지 가장 오래된 데이터 베이스를 사용하지 않는다고 가정하여 새로운 이동단말기에게 할당하는 방법"에 대하여 분석적인 모델을 통하여 고찰하였다. 그러나, 본 논문에서 고려한 위치등록취소 기법은 통신망 내부에 과도한 트래픽은 유발시키지 않지만, 유효한 위치등록 데이터베이스를 지울 수도 있으므로 유효한 데이터베이스가 지워지는 확률이 매우 낮도록 위치등록 데이터 베이스 크기가 충분히 커야 한다. 본 논문에서 제시한 분석 모델의 시뮬레이션을 통하여 위치등록 지역에 예상되는 이동단말기수를 N 이라 하고 위치등록 데이터베이스 크기를

k 라 하면, 유효한 데이터베이스가 지워지는 확률(γ)이 10^{-2} 이하 조건은 $k > 3N$ 이고, 10^{-3} 이하 조건은 $k > 5N$ 임을 알 수 있었다.

앞으로, 본 논문에서 취급한 이외의 위치등록취소 기법들에 대한 데이터베이스 적정한 크기 산출 및 위치등록취소로 인한 통신망 내부의 트래픽 증가량에 대한 정량적 분석을 하여 본 논문의 결과와 비교 분석을 할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 한국전자통신연구소 1994 연구보고서, "개인휴대통신 서비스개발에 관한연구"
- [2] D. C Cox, "Personal Communications - A Viewpoint", *IEEE Communications Magazine*, vol. 128, no. 11 pp. 8-20, 1990.
- [3] EIA/TIAIS-41B, "CellularRadio-Telecommunications Radio-Telecommunications Intersystem Operations", 1991.
- [4] R. Jain, Y. B. Lin, C. N. Lo and S. Mohan, "A caching strategy to reduce network impacts of PCS," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 12, no. 8 pp. 1434-1444, 1994.
- [5] S, Mohan and R. Jain, "Two user location strategies for personal communications services (PCS): A tutorial," *IEEE Personal Commun. Mag.*, vol. 1 no. 1 pp. 42-50, 1994.
- [6] Y. B. Lin and W. ChenV, "Call request buffering in a PCS network." *IEEE INFOCOM, 1994*.
- [7] U. Madhow and M. L. Honig, "Optimization of Wireless Resources for Personal Communications Mobility Tracking." *IEEE INFOCOM, 1994*.

저 자 소 개



朴 晶 勳(正會員)

1984년 2월 아주대학교 전자공학과 공학사.
1993년 2월 아주대학교 대학원 전자공학과 공학
석사. 1998년 2월 아주대학교 대학원 전자공학
과 박사과정 수료. 1993년 7월 전기통신 기술사.
1984년 5월 ~ 1987년 1월 삼성전기(주) 연구
원. 1987년 2월 ~ 1992년 2월 한국전자통신
연구원 연구원. 1992년 2월 ~ 1994년 8월 SK 텔레콤 연구원.
1994년 8월 ~ 현재 시립 인천전문대학 통신과 조교수. 주관심분야
: 이동통신, 무선통신망 설계, RF 회로설계