

논문 2012-49TC-6-10

인지 네트워킹기반 유무선 융합망에서의 영역과 이동 임계치를 기반으로 한 적응형 이동성 관리

(Region and Movement Based Adaptive Location Management for
Wire/Wireless Convergent Networks based-on Cognitive Networking)

권 은 미*, 김 정 호**

(EunMi Kwon and Jeong-Ho Kim)

요 약

본 논문에서는 인지 네트워킹기반 유무선 융합망에서 단말의 위치 정보를 관리하는데 필요한 비용을 최소화하기 위해서 사용자가 하나의 주 체류 영역 내의 위치등록 영역 (RLA ; resource location area)간 이동시 이동 임계치(movement threshold) 값에 따라 등록하는 방법을 제안한다. 이 방식은 단말기가 마지막으로 위치 등록을 한 자원관리영역으로부터 다른 자원관리영역으로 이동할 때마다 자원관리영역 간 이동 횟수를 측정하여 그 임계치를 정해두고, 각 자원관리영역마다 이동할 확률과 그 경우의 수에 따라 순차적으로 페이징을 한다. 하나의 주 체류 영역내에서 사용자가 있을 확률이 가장 큰 자원관리영역부터 가장 적은 자원관리영역까지 모든 자원관리영역을 순차적으로 추적하던 기존의 방식과는 달리, 이 방식을 사용한 경우 이동 임계치 값을 정해두고 경우의 수를 고려하여 각 자원관리영역에 단말이 위치할 확률을 부여, 동일한 확률을 갖는 자원관리영역들을 그룹화하여 각 그룹을 순차적으로 관리함으로써 위치정보를 기반으로 무선자원 및 망 자원 관리에 필요한 비용을 최소화할 수 있다.

Abstrace

In this paper, the new location management scheme based on region and movement threshold has been proposed in order to minimize the required cost to handle the resource location management signaling traffics under the wire/wireless convergent networks when the users are moving around the cold and hot regions. In this scheme, the sequential paging is supposed to be performed according to the movement threshold which can be changed in accordance with the number of movements that each mobile user had made while it is moving around the resource regions. With the proposed scheme, the cost of managing the location management traffics and efficient spectrum assignment overhead can be minimized by placing signaling traffics for location managements and also allocating radio spectrum considering individual movement behaviors.

Keywords : Cognitive Networking, Resource Location Area, Registration, Movement Threshold

I. 서 론

* 학생회원, ** 평생회원, 이화여자대학교 전자공학과
(Dept. of Electronics Engineering, Ewha Womans University)

※ 이 논문은 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로
한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임
(2010-0008916)

접수일자: 2012년3월27일 수정완료일: 2012년6월18일

최근 들어서 이동통신 기술의 혁신적인 발달로 인하여 누구나 언제 어디서든지 편리하게 단말기를 이용하여 네트워크에 접속하고 보다 지능을 갖춘 네트워크의 기능을 이용하여 다양한 서비스를 이용할 수 있게 되었

다^[1]. 이에 따라 질적으로나 서비스 내용면에서 이동통신의 중요성은 더욱 부각되고 있다. 이동통신망에서 불편 없이 편리한 서비스를 제공하기 위해서 무엇보다 중요한 것은 단말기의 위치정보관리가 얼마나 정확하고 효율적으로 이루어지느냐이다. 이러한 위치정보는 자원관리영역(RLA; resource location area)를 구성하는 필수적인 정보로 무선자원과 네트워크 자원의 효율적 활용을 하는데 있어서 매우 중요한 요소이다. 지역별 시간대별 사용자의 사용특성과 이동특성을 개별 단말기 즉 사용자의 패턴을 기반으로 자원을 할당하고 배분하므로 적절하고 효과적인 자원영역관리가 가능할 수 있다. 즉, 개별적인 지능을 갖춘 단말기는 스스로 사용자의 이동성 패턴의 추출이 가능하며 장기간의 이동패턴을 분석하여 시간과 공간의 정보를 활용한 위치정보의 관리가 가능하며 무선망을 통해서 연결되어 있으므로, 하나의 자원관리영역(RLA; resource location area)에서 다른 자원관리영역으로 사용자가 이동한 후에도 언제든 지 수신 호가 들어왔을 때 그 단말기의 위치를 정확하고 효율적으로 파악할 수 있다. 이러한 단말기의 위치를 찾기 위해서 필요한 과정이 위치 등록(location registration)과 위치 추적(location tracking)이다. 위치 등록은 단말기가 다른 곳으로 이동을 할 때마다 그 단말기의 위치를 등록해 주는 것이고, 위치 추적은 그러한 단말기에 call이 들어왔을 경우에 등록된 위치정보를 이용하여 상대방의 위치를 찾아 두 사용자 간의 통화가 가능하도록 path를 연결해 주는 과정이다^[2]. 하지만 사용자에게 걸려오는 호(call) 또는 메시지의 횟수에 비해서 위치 등록이 너무 빈번하게 이루어 질 경우 등록된 위치 정보를 사용하지 못하는 경우가 많으므로 위치 등록 비용이 낭비되는 현상이 발생한다. 이 경우엔 등록 횟수를 줄임으로 등록에 필요한 비용을 줄일 수 있다. 반면에 호(call)나 메시지(message)가 자주 들어오는 경우는 등록을 자주하여 사용자의 위치를 항상 정확하게 파악할 수 있을 때 위치탐색에 필요한 비용을 최소화 할 수 있다. 본 논문에서 다루는 자원관리영역은 기존의 위치등록영역관리 방안기반의 위치정보관리의 방안을 적용하여 시스템을 구성하는 것이 가능하며 이에 기반한 자원관리영역관리 방안^[7]을 다루고자한다. 따라서 사용자의 이동횟수와 착신호의 빈도수의 비를 나타내는 CMR(call-to-mobility ratio) 또는 MMR(message-to-mobility)에 따라 적절하게 등록 방법을

선택하여 사용한다면 어느 경우라도 사용자의 위치정보 관리에 따른 비용을 최소화할 수 있다. 또한 본 논문에서는 이동 임계치의 개념을 도입해 위치 추적시의 비용을 줄임으로 위치정보 관리 측면에서의 성능을 향상시키고자 한다^[2].

II. 관련 이론

이 장에서는 기존의 영역기반(region-based) 위치정보관리 방법과 구조에 대해서 설명한다^[3].

1. Design Issue 와 시스템 구조

시스템의 계층구조는 그림1과 같이 자원관리영역으로 이루어진 VLR계층, 영역(region) 정보를 관리하는 RS(regional server)계층, 모든 사용자의 영구적인 정보를 담고 있는 PS(profile server)계층으로 구성되어있다.

여러 개의 자원관리영역들을 묶은 그룹을 영역이라고 하는데, 이 영역은 주 체류영역과 부 체류영역으로 나눌 수 있다. 주 체류영역은 사용자가 자주 가거나 주로 활동하는 곳이며, 부 체류영역은 그 외의 모든 지역을 말한다. 한 명의 사용자는 자신의 이동 성향에 따라 여러 개의 주 체류영역을 가질 수 있으며, 이 때 각 주 체류영역은 사용자의 방문 빈도수에 따라 사용자가 현재 그 영역에 있을 확률을 부여받고, 그 확률 순으로 영역을 탐색함으로써 단말의 위치파악에 필요한 비용을 줄일 수 있다. 이러한 영역을 관리하는 계층이 RS이다. 일반적으로 하나의 RS는 하나의 영역을 관리한다.

HLR(home location register)은 모든 사용자의 정보를 담당하는 하나의 큰 계층이지만, 많은 정보를 한꺼번에 처리하려면 blocking이 발생할 수 있기 때문에 분할된 HLR을 사용하여 사용자의 영구적인 정보를 관리한다. 이 분할된 HLR을 PS (profile server)라고 한다.

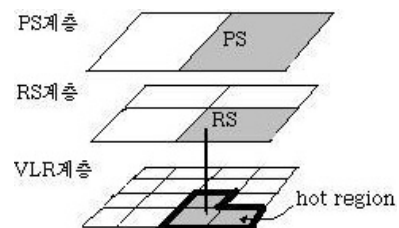


그림 1. 자원관리 시스템의 3-level 계층구조

Fig. 1. 3-level hierarchical resource management system structure.

분할된 HLR 중에서 사용자의 정보가 저장된 곳을 찾기 위해서는 GTT(global title translation) 함수를 이용한다.

2. Processing Flow

위치등록의 경우 단말이 이동을 했을 때, 새로운 VLR과 RS, PS에 정보 업데이트를 요청하고, 이전의 RS에 있던 정보는 지운다. 위치추적의 경우에는 발신자가 속해있는 VLR로 dial number를 보내어 GTT 함수를 이용해 상대방이 있는 PS를 찾는다. PS에 등록된 상대방의 RS, VLR까지 정보를 전달한 뒤, 발신자에게 응답을 보내면 두 사용자 간의 경로(path)가 연결되어 통화가 가능해진다^[4].

3. The Options of the Registration

사용자의 위치등록 방법은 표 1에 나타난 4가지 등록방법 중 하나를 선택한다. 이것은 RS와 PS계층으로의 등록여부를 선택함으로써 나뉘는데, CMR에 따라 위치정보관리 비용이 최소화되는 방법을 선택하여 사용한다.

표 1. 위치등록 선택방법
Table 1. Registration Options.

Strategies	Registration at RS	Registration at PS
RB1+	No	Yes
RB1-	No	No
RB2+	Yes	Yes
RB2-	Yes	No

III. 이동 임계치 (Movement Threshold)

위에서 소개한 4가지 경우 중에서 RS에 등록을 하지 않는 RB1+와 RB1-의 방법을 사용하는 경우에는 최악의 경우 해당 RS가 관리하고 있는 모든 자원관리영역을 모두 추적해야 단말기가 있는 곳을 알 수 있다. 이때, 하나의 주 체류영역의 크기가 큰 경우, 단말을 찾기 위한 순차적인 페이징으로 인한 시간 지연이 매우 커지게 된다. 따라서 이동 임계치 개념을 도입하였다. 이 때 이동 임계치 계수(count)는 단말에서 담당한다. 이동 임계치 값을 N으로 두었을 경우, (N-1)번 이동까지는 단말의 CMR을 고려한 등록 방법을 따르지만, N번 이동

시에는 항상 RS와 PS 모두에 등록을 하고 단말의 계수기(counter)를 재설정(reset)한다. 위치 탐색을 위해서 하나의 주 체류영역 내의 각 자원관리영역들에게 단말이 위치할 확률을 설정하는데, 이 때 동일한 확률을 갖는 자원관리영역들을 그룹화 하여 확률 순으로 각 그룹을 탐색한다. 이동 임계치 값을 고려하여 위치 추적을 하는 경우에는 threshold 값에 따라서 모든 경우에 일어날 수 있는 경우의 수와 확률을 구해야 한다. 이때 마지막으로 단말이 등록한 위치에 따라서 그 결과 값의 차이가 심할 수 있다. 예를 들어, 단말기가 마지막으로 등록한 위치가 영역의 가장 중앙일 경우와 모서리인 경우를 비교해 보면, 모서리 부분에서 추적을 시작하는 경우에 찾아야 하는 구간이 중앙일 때의 1/4 정도로 감소한다.

IV. 성능 평가

1. 시뮬레이션 모델

본 논문에서는 하나의 VLR에 하나의 자원관리영역이 속해있다고 가정하며, 모든 주 체류영역은 같은 수의 자원관리영역을 포함하며, 주 체류영역 내의 모든 자원관리영역은 사각형으로 같은 모양과 같은 크기를 갖는다고 가정한다. 분석의 복잡성을 줄이기 위해서 한 명의 사용자만 고려하며, 모든 주 체류영역은 서로 떨어져 있고, 단말기의 이동은 주 체류영역에서 부 체류영역으로만 가능하다고 가정한다. 또한 단말기가 부 체류영역에서 각각의 주 체류영역으로 이동할 확률은 같다고 가정한다. 단말기가 자원관리영역간 이동시 대각선으로의 이동이 불가능하다고 한다면, 자원관리영역이 사각형 모양을 가지고 있으므로 모든 방향의 이웃 자원관리영역으로 이동할 확률은 각각 1/4이다. 4가지 등록 방법을 적용한 경우 위치등록과 위치추적에 드는 비용은 각각 다음과 같이 구할 수 있다. (수식의 매개변수들은 [2]을 참고, d_i : 각 노드에서의 cost 산출값, paging : paging cost, CR : 호 처리 (call processing) 비용, CL: 위치등록 (Registration; location update) 비용)

(1) RB1+

$$C_R = \sum_{i=1}^n P_i (1 - \lambda_i) (2d_1 + 2d_2 + 2d_3 + q_v + 2q_R + q_p) + P_0 \lambda_0 (2d_1 + q_v + q_p)$$

$$C_L = \sum_{i=1}^n P_i [2d_1 + 4d_3 + q_C + q_P + q_R + \sum_{j=1}^K j \alpha_j (2d_1 + \text{paging} + q_V)] + P_0 (4d_1 + 4d_3 + \text{paging} + q_C + q_P + q_R + q_V)$$

(2) RB1-

$$C_R = \sum_{i=0}^n P_i (1 - \lambda_i) (2d_1 + 2d_2 + q_V + 2q_R) + P_0 \lambda_0 (2d_1 + q_V + q_P)$$

$$C_L = \sum_{i=1}^n P_i [2d_1 + 2d_3 + i d_3 + q_C + q_P + i q_R + \sum_{j=0}^K j \alpha_j (2d_1 + \text{paging} + q_V)] + P_0 (4d_1 + 2(n+2)d_3 + \text{paging} + q_C + q_P + (n+1)q_R + q_V)$$

(3) RB2+

$$C_R = \sum_{i=0}^n P_i (1 - \lambda_i) (2d_1 + 2d_2 + 2d_3 + q_V + 2q_R + q_P) + \sum_{i=0}^n P_i \lambda_i (2d_1 + q_V + q_P)$$

$$C_L = \sum_{i=1}^n P_i (4d_1 + 4d_3 + \text{paging} + q_C + q_P + q_R + q_V) + P_0 (4d_1 + 4d_3 + \text{paging} + q_C + q_P + q_R + q_V)$$

(4) RB2-

$$C_R = \sum_{i=0}^n P_i (1 - \lambda_i) (2d_1 + 2d_2 + q_V + 2q_R) + \sum_{i=0}^n P_i \lambda_i (2d_1 + q_V + q_P)$$

$$C_L = \sum_{i=1}^n P_i [4d_1 + 2(i+1)d_3 + \text{paging} + q_C + q_P + i q_R + q_V] + P_0 (4d_1 + 2(n+2)d_3 + \text{paging} + q_C + q_P + (n+1)q_R + q_V)$$

(5) IS-41

$$C_R = 4d_1 + 2q_V + q_H$$

$$C_L = 4d_1 + \text{paging} + q_C + q_H + q_V$$

이동 임계치를 고려했을 경우에 본 논문에서 새로이 정의한 매개변수는 다음과 같다.

K : 하나의 주 체류영역에 있는 확률 그룹의 개수
 a_i : 사용자가 i 번째 자원관리영역 그룹에 있을 확률
 위치정보 관리에 필요한 전체 비용은 등록시의 총 비용과 위치 추적시의 총 비용의 합으로 나타난다. 즉, 호를 수신하는 횟수를 λc , 사용자가 자원관리영역간을 이동하는 횟수를 λm 이라고 했을 때, 단말기의 위치 관리를 위한 총 비용은 $(\lambda c C_L + \lambda m C_R)$ 로 표현될 수 있다. 이 성능평가에서는 제안된 방법을 사용한 경우의 총 비용과 북미 표준인 IS-41을 사용한 경우의 총 비용의 비율인 해당 비용 비율(cost ratio)을 사용한다^[4-6].

2. 실험 결과

이동 임계치를 얼마로 정하느냐에 따라 페이징 시의 비용 편차가 심해진다. 본 논문에서는 이동 임계치 값

을 3으로 가정하고, 단말기의 마지막 등록위치를 중앙과 모서리 두 부분으로 나누어 그 결과를 관찰하였다. 여기서의 중앙 위치란, 이미 그 주 체류영역 내에서의 자원관리영역간 이동을 통해 임계값을 적어도 1번 넘은 경우를 말하고, 모서리 위치란 새로 주 체류영역으로 이동한 경우로 영역 boundary를 통과한 경우를 예로 들 수 있다. 또한, 주 체류영역 크기를 달리하여 결과를 비교한다. 또한, 이동 임계치 방법을 사용하지 않은 결과와 사용한 결과를 비교함으로써 본 논문에서 제안한 방법이 얼마나 더 큰 성능향상을 보이는지 그래프로 나타낸다.

먼저, 주 체류영역의 개수가 1이고 포함된 자원관리 영역의 개수가 32일 때, 단말기의 마지막 등록위치가 중앙인 경우와 모서리인 경우를 비교해보았다. 그림 2는 주 체류영역 안에서 사용자가 이동할 확률을 각 자원관리영역별로 나타낸 것이다.

그림 3에서는 이동 임계치를 사용한 경우 성능이 향

		1/16		
	1/8	1/4	1/8	
1/16	1/4	1/4	1/4	1/16
	1/8	1/4	1/8	
		1/16		

1/4	1/4	1/16		
1/4	1/8			
1/16				

(a) center (3,3)에 위치 (b) corner (1,1)에 위치

그림 2. 마지막 등록 위치에 따라 ((a) 중앙, (b) 모서리) 단말이 각 자원관리영역에 있을 확률

Fig. 2. Residence Probability of MT's residing in the last location update area.

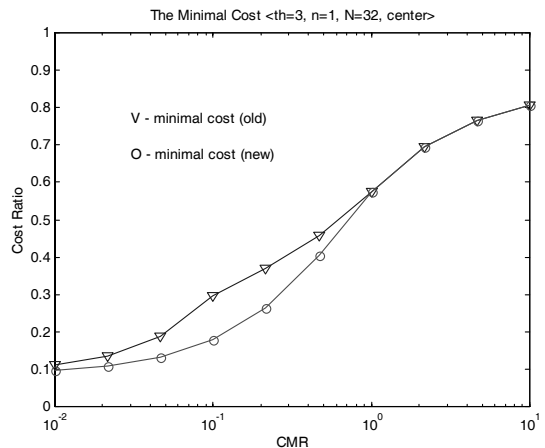


그림 3. 이동 임계치 값을 고려한 경우(new)와 기존의 방법을 적용한 경우(old)의 cost ratio 비교

Fig. 3. Comparison of cost ratio between new and existing schemes.

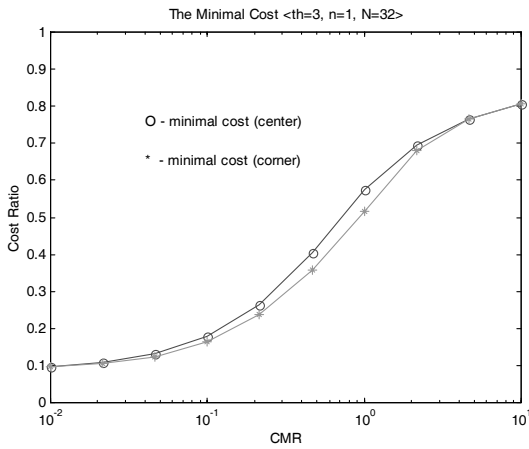


그림 4. 이동 임계치 값을 고려했을 경우 마지막 등록 위치가 중앙인 경우와 모서리인 경우의 cost ratio 비교
Fig. 4. Comparison of cost ratio between new and existing scheme considering movement threshold.

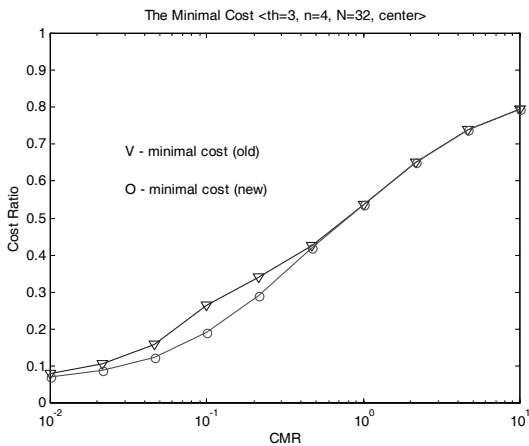


그림 5. 주 체류영역의 개수가 4일 때, 이동 임계치 값을 고려한 경우와 고려하지 않은 경우의 cost ratio 비교
Fig. 5. Comparison of cost ratio considering the movement threshold for the case of residence areas of four.

상된 것을 확인할 수 있다. 이것은 사용자가 위치할 확률을 자원관리영역 별로 부여하고 이중 같은 확률을 가진 자원관리영역들을 그룹화하여 확률의 크기에 따라 그룹순으로 페이징 함으로써, 각각의 자원관리영역을 순차적으로 페이징하는 경우보다 전체 페이징 횟수를 줄여 페이징에 걸리는 시간을 최소화 하여 성능을 개선한 것이다.

또한 그림 4를 보면 이동 임계치를 사용했을 때, 단

말의 마지막 등록위치가 모서리인 경우가 중앙인 경우에 비해 성능이 우수함을 알 수 있는데, 이는 그림 2의 (a), (b)에서 알 수 있듯이 마지막 등록위치가 모서리인 경우에는 페이징을 해야 하는 전체 자원관리영역의 개수가 등록 위치가 중앙인 경우보다 줄어들어 전체 페이징에 걸리는 시간 또한 감소하여 성능이 개선된 것이다. 다음으로 이동 임계치 값을 3으로 고정하고 N의 값도 32로 고정한 채, 32개의 자원관리영역을 포함하는 하나의 주 체류영역만 존재하는 경우와 8개의 자원관리영역을 포함하는 4개의 주 체류영역이 존재하는 경우를 비교해보았다.

그림 3과 그림 5를 비교해 보면, 주 체류영역에 포함된 총 자원관리영역의 개수가 동일하여도 주 체류영역의 크기가 더 클수록 성능 향상 정도가 더 뛰어남을 확인할 수 있다. 주 체류영역의 크기가 크면 하나의 주 체류영역 내에 있는 자원관리영역의 개수가 많으므로 페이징 하지 않아도 되는 부분이 주 체류영역의 크기가 작은 경우보다 많아지게 된다. 따라서 그만큼 페이징에 걸리는 총 시간이 줄어들게 되어 성능을 향상시킬 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 이동 임계치의 개념을 적용시켜 사용자가 위치할 확률에 따라 자원관리영역을 그룹화하여 하나의 영역 내의 단말기 위치를 그룹 확률 순으로 추적함으로써 전체 위치정보관리에 소요되는 비용을 최소화하는 방법을 제안하고 있다. 즉, 문턱(threshold) 값에 따라 경우의 수를 고려하여 단말이 위치할 확률을 자원관리영역에 부여하고 확률이 같은 자원관리영역들을 하나의 그룹으로 묶어줌으로써 페이징 횟수를 크게 줄여 비용을 절감한다. 여기서 제안한 방법의 결과에 의해서 단말기 위치관리의 총 비용은 주 체류영역의 크기와 단말기가 마지막에 등록된 위치에 따라서 달라짐을 보았다.

즉, 주 체류영역의 크기가 크고 단말의 마지막 등록 위치가 모서리에 가까울수록 자원관리영역의 수가 늘어남으로 비용절감의 효과를 더 크게 얻을 수 있다. 따라서 제안된 방법을 사용함으로써 불필요한 등록 횟수를 줄이고 사용자 위치기반 자원할당 및 배분을 수행할 때 안정적인 사용자의 위치정보를 활용함으로써 자원영역

관리에 필요한 총 비용을 절감하고 단말기에 필요한 자원의 할당 시 적절한 할당 및 배분이 가능함으로써 사용자들에게 더욱 효율적인 서비스를 제공할 수 있을 것으로 전망한다. 또한 이를 기반으로 한 위치정보방법에 따라 전체 사용자의 이동성 패턴을 추출하여 사용자의 분포에 따른 효과적인 중장기적으로 무선자원할당에 활용이 가능하며 시공간 사용자의 이동성 패턴에 따른 단기적으로 효율적 자원할당이 가능하여 보다 효율적인 자원의 할당 및 배분이 가능하게 될 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] R. W. Thomas et al, "Cognitive networks : Adaptation and Learning to achieve end-to-end performance objectives," *IEEE Communications Magazine*, pp. 51-57, Dec. 2006.
- [2] Kyandoghene Kyamakya and Klaus Jobmann, "Location Management in Cellular Networks: Classification of the Most Important Paradigms, Realistic Simulation Framework, and Relative Performance Analysis," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 54, No. 2, March 2005.
- [3] Jie Li, Yi Pan and Xiaohua Jia, "Analysis of Dynamic Location Management for PCS Networks," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 51, No. 5, September 2002.
- [4] Yuguang Fang, "Movement-based mobility management and trade off analysis for wireless mobile networks," *IEEE Trans. Computers*, Vol. 52, no. 6, pp. 791-803, June 2003.
- [5] Shou-Chih Lo and Chen, A.L.P., "Adaptive region-based location management for PCS system," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 51, no. 4, pp. 667-676, July 2002.
- [6] Wenchao Ma and Yuguang Fang, "Dynamic Hierarchical Mobility Management Strategy for Mobile IP Networks," *IEEE Journal on selected areas in Communications*, vol. 22, No. 4, May 2004.
- [7] Seo-Young Kim and Jeong-Ho Kim, "Performance Analysis of Location Management based on Space-Time Pattern under Mobile IP Systems," *Journal of KMS*, vol. 11, No. 2, March 2007.

저 자 소 개



권 은 미(학생회원)
2010년 충북대학교 정보통신학과
학사 졸업
2012년 이화여자대학교 전자공학과 석사 졸업
2012년 (주) MS Korea 인턴쉽

<주관심분야 : 무선통신, 이동통신, Green Computing>



김 정 호(평생회원)
1991년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 학사
1993년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
1999년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 박사

1995년 LG전자 멀티미디어 연구소
1999년~2000년 LG정보통신 중앙연구소 선임연구원
2000년, 2009년 Virginia Tech. MPRG (Mobile Radio Research Group) Visiting Scholar and Visiting Professor
2001년~2002년 8월 LG전자 UMTS시스템 연구소 책임연구원
2002년 9월~현재 이화여자대학교 공과대학 전자공학과 부교수
<주관심분야 : 인지 네트워킹, 인지 라디오 네트워크, 인지기반 QoS제어, SDR Hardware 플랫폼 설계>