

# 위치기반 경보서비스를 위한 향상된 위치획득 알고리즘

## (An Improved Location Polling Algorithm for Location-Based Alert Services)

송진우<sup>†</sup>    안병익<sup>\*\*</sup>    이광조<sup>\*\*\*</sup>    한정석<sup>†</sup>    양성봉<sup>\*\*\*\*</sup>  
(JinWoo Song)    (Byung-Ik Ahn)    (Kwang-Jo Lee)    (JungSuk Han)    (Sung-Bong Yang)

**요약** 최근 무선인터넷 기술의 발달과 응용의 확산으로 인하여 위치정보를 이용한 위치기반 서비스 형태는 매우 다양해지고 있으며, 국내의 시장에서 급속히 확산되고 있다. 위치기반 서비스의 기본적인 정보인 위치정보는 이동체 데이터로 관리되며, 현재까지 다양한 방법의 이동체 데이터 관리방법이 제시되고 있다. 위치기반 서비스 중 특정지역에 진입하거나 벗어날 경우에 자동으로 정보를 제공하는 위치기반 경보 서비스는 현재 주요한 위치기반 서비스 중의 하나로서 주목을 받고 있다.

위치기반 경보서비스를 제공하기 위해서는 대상이 되는 이동체의 위치정보를 주기적으로 획득해야 한다. 이러한 방법은 이동성을 가지는 수많은 이동체의 위치정보를 지속적으로 획득해야 하며 이는 심각한 시스템 부하를 초래할 수 있다. 현재까지 연구되고 있는 이동체를 위한 위치획득방법은 모바일 사용자들이 동적이고 불규칙적인 이동속도 및 이동패턴을 보일 때 만족스러운 성능을 보여주지 못하고 있다.

이에 본 논문에서는 위치기반 경보서비스를 제공하기 위해 대용량의 위치정보를 획득함에 있어서, 이동체의 이동패턴을 이용하여 불필요한 위치정보 획득회수를 줄임으로써 시스템의 부하를 줄이는 효율적인 이동체 획득방법을 제안하였다. 또한 기존의 이동체 획득방법들과의 성능 비교를 통하여 본 논문에서 제안한 이동체 획득방법의 성능이 우수함을 알 수 있었다.

**키워드** : 위치기반 서비스, 위치기반 경보서비스, 위치획득 알고리즘, 이동체

**Abstract** Location-based services have been expanded rapidly in local and overseas markets due to technological advances and increasing applications of wireless internet. Various researches have been made to manage efficiently the location information of moving objects. A basic location-based alert service provides alerting messages automatically when either entering or leaving a specific location and it is expected to become one of the most important location-based services.

Location-based alert services require a location polling method to acquire current locations for a large number of moving objects. However, a simple periodical location polling method causes severe system overload because a system should keep updating location information of the moving objects ceaselessly. Most location polling algorithms for location-based alerting services are not suitable for mobile users with dynamic and unsteady moving patterns.

In this paper, we propose an improved location polling algorithm for location-based alerting services to reduce the amount of location information acquisition and therefore, to decrease the system load. Various experiments show that the proposed algorithm outperforms other algorithms.

**Key words** : Location-based services, Location-based alert services, Location polling algorithm, Moving object

본 연구는 한국과학재단(KOSEF) 일반연구지원사업(2009-0073072) 지원으로 수행되었음

논문접수 : 2007년 9월 6일

심사완료 : 2009년 10월 22일

† 비회원 : 연세대학교 컴퓨터과학과  
fantaros@cs.yonsei.ac.kr

\*\* 비회원 : 포인트아이(주) 대표이사  
biAhn@point.com

\*\*\* 학생회원 : 연세대학교 컴퓨터과학과  
kjlee5435@cs.yonsei.ac.kr

\*\*\*\* 종신회원 : 연세대학교 컴퓨터과학과 교수  
yang@cs.yonsei.ac.kr

Copyright©2010 한국정보과학회: 개인 목적이거나 교육 목적인 경우. 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지 : 데이터베이스 제37권 제1호(2010.2)

## 1. 서론

최근 들어 이동통신 및 네트워크 기술의 발달에 따라 무선인터넷을 이용한 다양한 종류의 위치기반 서비스가 개발되어 사용자들에게 제공되고 있다. 위치기반 서비스는 이동통신 단말기 소지자의 위치를 실시간으로 추적하여 다양한 정보를 제공하는 서비스로 주로 주변시설 정보, 위치추적, 교통, 항법서비스 등이 제공되고 있으며 점차 위치기반 경보서비스와 같은 고부가가치 서비스로 발전하고 있다[1].

위치기반 서비스는 이동통신 망을 이용하여 사람이나 사물의 위치를 실시간으로 파악하고 이를 활용하는 다양한 응용시스템 및 서비스를 통칭한다. 위치기반 서비스는 주변 시설 정보, 위치추적, 교통, 항법, 전자상거래 등 다양한 형태의 서비스 제공이 가능하여 점차 사용자가 증가하고 있는 무선인터넷 분야의 핵심 응용서비스이다. 위치기반 서비스로는 위치기반 정보서비스(Location Information Service), 위치추적서비스(Location Tracking Service), 위치기반 과금(Location Sensitive Billing), 위치기반 경보서비스(Location Based Alert Service) 등으로 나눌 수 있다[2].

위치기반 서비스를 제공하기 위한 중요한 요소로는 이동체의 위치를 결정하는 위치측위 기술이 있다. 이동통신 네트워크에서 널리 쓰이는 위치측위 기술로는 GPS 방식, Cell ID 방식, pCELL(Pilot cell)방식 등이 있다[3]. GPS 방식은 지구 상공의 6개의 궤도에 4개씩 24개의 GPS 위성에서 보내오는 반송파 신호를 이용하여 삼각측량 방법으로 위치를 측위하는 방법이다. Cell ID 방식은 이동통신 네트워크의 기지국 커버리지(Cell)를 이용하여 이동체에 대한 위치를 결정하는 방법으로 이동통신 네트워크에서 GPS와 함께 사용된다. pCELL 위치측위 방식은 위치측정 서비스 대상 지역을 정해진 크기의 격자 단위로 분할한 pCELL 데이터베이스를 구축하여 측위 요청이 발생한 경우에 이동단말기로부터 수신된 기본정보와 pCELL 데이터베이스를 비교하여 정합되는 pCELL을 결정하여 위치를 알려주는 방식이다.

위치기반 경보서비스는 이동통신 네트워크상에서 단말기 사용자의 위치를 모니터링 하여 특정한 지역이나 설정된 영역에 진입, 존재, 퇴거 등의 이벤트가 발생될 경우 사용자에게 SMS 등을 통하여 알리거나, 사용자에게 의해 미리 정의된 특정한 서비스를 제공하는 서비스이다. 위치기반 경보서비스는 일종의 push형 서비스에 속하며, 매우 개인화된 서비스이다. 이러한 서비스의 예로는, 위치기반 광고 서비스, L-Commerce, 위치기반 만남/매칭 서비스, 오염지역 경보 서비스, 재난재해 감지 서비스, 물류관제 서비스 등이 있다. 예를 들어 가축의

전염병(구제역, 조류독감, 광우병 등) 발생 시 신속한 조치를 위해 일정 지역으로 진입하거나 진출하는 모든 사용자에게 신속한 경고 및 안내 메시지를 전송 및 설정된 서비스를 제공할 때 매우 유용한 서비스이다. 위치기반 경보서비스를 제공하기 위해서는 이동체에 대한 지속적인 위치획득이 필요하다.

위치기반 경보서비스의 경우, 대상 이동체의 수가 증가하면 증가할수록 시스템의 통신부하에 의한 성능은 심각하게 저하될 수 있으며, 이동체를 모니터링 하기 위한 비용도 크게 증가한다. 이동체를 모니터링 하는 과정에서 이동체의 개수가 수백만 이상이 될 경우 위치획득 및 이동체를 모니터링 하기 위한 이동통신 네트워크의 부하는 큰 폭으로 증가하게 될 것이다. 예를 들어 대상 이동체가 300만개이고 위치획득 시간 간격이 1분이라고 하였을 경우 하루 동안의 총 위치획득회수는 43억2천만(3,000,000 \* 1440)번으로 위치기반 경보서비스를 실제의 이동통신 네트워크 상에서 적용할 수가 없다. 따라서 이동체를 모니터링 하는 과정에서 같은 경보조건에 대하여 동등한 경보 서비스가 발생 되도록 하면서도 이동체에 대한 위치획득 횟수를 줄이는 것이 위치기반 경보 서비스에서 매우 중요한 문제이다.

본 논문에서는 이동체의 이동패턴을 파악하여 동적으로 이동체의 위치획득 시간간격을 조절하고 위치획득 횟수를 줄임으로써 통신부하를 줄이기 위한 효율적인 위치획득 방법을 제시하고자 한다. 즉, 위치기반 경보서비스에서의 위치정보를 획득함에 있어서, 통신부하를 줄이기 위한 위치획득 모델을 제시하고, 다양한 실험을 통하여 기존의 위치획득 모델과 성능을 비교 평가를 한다.

2장에서는 위치기반 서비스 시스템과 이동통신망에서의 위치정보를 획득함에 있어서 통신부하를 최소화하기 위한 기존의 대표적인 위치획득 모델에 대하여 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 위치획득 모델에 대해서 살펴본다. 4장에서는 제안한 위치획득 모델과 기존의 위치획득 모델들과의 성능을 다양한 실험을 통하여 비교 평가한다. 마지막으로 5장에서는 연구의 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

## 2. 배경 및 관련연구

### 2.1 위치기반 서비스 시스템

시간의 흐름에 따라 객체가 이동하면서 그 위치 및 모양이 연속적으로 변하는 특징을 가지는 데이터를 이동체라 하며[4], 위치기반 서비스시스템의 핵심은 이러한 이동체정보를 효과적으로 관리하는 방법과 관련된 부분이다. 그림 1은 이동통신망에서 위치기반 서비스를 제공하기 위한 구조도이다. 위치기반 서비스 서버는 이동체의 위치정보를 이동통신 망에 요구하고 그 결과로

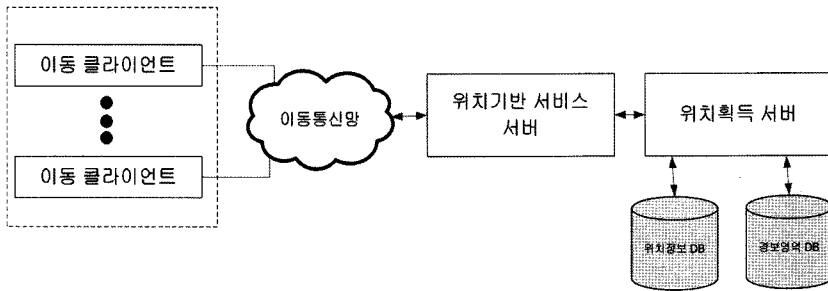


그림 1 위치기반 서비스 구조도

위치정보를 획득하는 역할을 한다. 특히, 위치획득 서버는 대용량의 이동체의 위치정보를 획득함에 있어서 발생하는 통신부하 및 이로 인한 시스템 부하를 감소시키기 위한 역할을 수행하고 상위 응용 컴포넌트로부터의 요청 질의까지 처리한다.

위치기반 서비스의 대상 이동체 수가 증가하면 증가할수록 위치처리서버는 통신부하 증가로 인하여 성능이 현저하게 저하될 수 있다. 즉, 위치기반 서비스 시스템의 이동체 데이터베이스에서 위치정보를 저장하기 위해서 이동통신 망에 위치를 요구하고 획득한 후 저장하기까지의 일련의 과정에 있어서, 이동체의 개수가 수백만, 수천만이 될수록, 획득하여 저장하기까지의 시간이 계속 증가할 수 있다. 여기서 어느 정도의 획득 시간 간격을 가지고 이동체의 위치를 획득하느냐에 따라서도 시스템의 성능이 좌우된다. 예를 들어 대상 이동체가 200만개 이고 획득 시간간격이 1분일 경우, 하루 동안의 위치획득회수와 저장 용량은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{1일 위치획득회수} &= 2,000,000 * 1440 = \\ &2,880,000,000\text{번} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{1일 저장 용량} &= 2,000,000 * s * 1440 = \\ &2.88 * s \text{ Gbytes (s = 이동체 파일의 크기)} \end{aligned}$$

만약 통신부하로 인하여, 1분이라는 획득 시간간격 동안 200만개의 이동체 위치를 획득하지 못하였을 경우, 이미 1분이라는 시간이 지나서 획득한 이동체의 정보는 이미 과거의 정보가 되어 정보의 정확성을 보장할 수 없다. 따라서 이동체 데이터베이스에서 위치획득 컴포넌트의 부하가 증가되어 전체 시스템의 성능 저하를 초래하게 된다.

### 2.2 위치획득 모델

서비스의 요청에 의하여 이동통신망과 위치측위 방법을 이용하여 대상 이동체의 위치를 파악하는 것을 위치 획득이라고 한다. 위치획득 모델의 목적은 이동체 데이터베이스에 이동체의 위치정보를 저장, 관리하기 위하여 위치정보를 획득하려고 할 때, 위치기반 서비스시스템의 이동체 데이터베이스와 이동통신망 사이의 통신부하를

최소화하기 위한 것이다. 즉, 이동체의 이동패턴을 파악하여 동적으로 이동체의 위치획득 간격을 적절히 조절함으로써 불필요한 위치정보를 획득하지 않고, 위치획득 회수를 줄인다. 또한 위치획득회수를 줄임으로써 발생하는 이동체 정보의 신뢰도 하락을 방지할 수 있도록 해야 한다. 위치획득 시간간격을 적절히 조절함으로써 위치정보획득 수를 줄이는 방법 등으로 분류되고 다음과 같은 방법이 이용되고 있다.

#### 2.2.1 정적 위치획득 모델

정적 위치획득 모델[5,6]은 위치획득 시간 간격을 일정하게 두어 위치를 획득하는 방법이다. 모든 이동체들에게 같은 획득시간 간격이 적용된다. 정적 위치획득 모델에서 획득시간 간격이 작으면 신뢰도가 증가하게 되지만 위치서버의 부하는 증가된다. 반면 획득시간 간격이 커지면 위치서버의 부하는 줄어들지만 신뢰도가 감소하게 된다. 이 방법은 단순한 방법으로써 적용하기는 간단하지만, 이동체의 수에 비례하여 서버의 부하도 증가하므로 이동체의 수가 많은 서비스에는 적합하지 않다.

#### 2.2.2 MATT(Minimum Alert Triggering Time) 위치 획득 모델

최소경보 트리거 시간(MATT: Minimum Alert Triggering Time)과 최근 가능 갱신 시간(EAUT: Earliest Available Update Time)을 이용하여 위치획득 시간을 조절하는 WaveAlert[7]이라는 위치기반 경보시스템이 있다. 모바일 사용자의 최대 이동속도와 현재 위치에서 가장 가까운 경보지역까지의 거리(유클리드 거리, 최단 거리)를 이용하여 MATT를 계산할 수 있다. 모바일 사용자는 최소한 MATT 동안은 가장 가까운 경보지역에 진입하지 않음을 보장할 수 있으므로 위치획득 시간간격을 동적으로 조절할 수 있다. 그림 2는 사용자  $U_1$ 와 경보 영역 A, B, C와의 최단거리( $D_{Alert,A}$ ,  $D_{Alert,B}$ ,  $D_{Alert,C}$ )를 보여주고 있다. 이때 사용자  $U_1$ 의 최대 이동속도가  $V_{max}$  라면,  $MATT_{U_1}$ 는  $D_{Alert,A}/V_{max}$ 가 된다. 그러나 MATT는 모바일 사용자의 최대 이동속도를 이용한 것이기 때문에 최대 이동속도보다 매우 느린 속도로 오랫동안 이

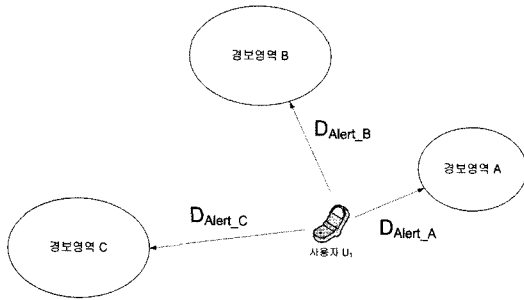


그림 2 MATT 위치획득 모델

동하는 경우에는 불필요한 위치획득을 더 자주 하게 된다. 예를 들어 모바일 사용자가 교통이 막혀서 오랜 시간 동안 도로에 정체해 있거나 자동차나 버스 등의 교통수단을 이용하지 않고 도보로 이동하는 경우에는 MATT 위치획득 모델은 적절하지 않을 수 있다. EAUT는 요청을 통해 획득된 정보가 새로운 MATT를 갱신할 수 있는 가장 빠른 수용 가능한 갱신 시간을 뜻한다. 즉, EAUT와 MATT 사이에 측위된 위치 정보만 유효하게 되며, 다음 MATT 혹은 EAUT를 갱신하는데 이용된다.

2.2.3 이동거리비율 위치획득 모델

이동거리비율 위치획득 모델[8]은 모바일 사용자가 최근에 이동한 거리에 비례하여 위치획득 시간간격을 동적으로 조정함으로써 모바일 사용자의 이동속도가 빨라졌다가 다시 느려지는 등의 이동속도 널빤 환경에서도 적용할 수 있는 방법이다. 현재 위치를 획득한 시점  $t_0$  과 바로 이전에 위치를 획득한 시점  $t_1$  사이에 이동한 거리인  $d_0$ 와  $t_1$ 와  $t_1$  이전에 위치를 획득한 시점  $t_2$  사이에 이동한 거리인  $d_1$ 의 비율에 비례하여 위치획득 시간간격을 조절한다. 즉, 그림 3에서  $t_0, t_1, t_2$ 에서의 위치를 각각  $Loc(t_0), Loc(t_1), Loc(t_2)$ 라고 할 때,  $d_0$ 는  $Loc(t_0)$ 과  $Loc(t_1)$  사이의 최단거리,  $d_1$ 는  $Loc(t_1)$ 과  $Loc(t_2)$  사이의 최단거리가 된다.  $d_0 > d_1$ 라면 최근에 이동한 거리가 더 많으므로 위치획득 시간간격을 증가시키고, 그 반대의 경우에는 위치획득 시간간격을 감소시킨다. 또한 최

소 위치획득 시간간격과 최대 위치획득 시간간격을 설정하여 위치획득 시간간격이 무한히 커지거나 작아지지 않도록 한다. 즉  $d_0/d_1$ 이 1보다 큰 경우에 위치 획득 시간간격을 증가시키고 반대의 경우에 위치 획득 시간간격  $\Delta t$ 를 줄인다.

그러나 이 방법은 위치획득 시간간격을 조절하기 위한 파라미터의 설정이 매우 어렵고 경보영역을 지나치지 않기 위하여 그림 3과 같이 위치경보 버퍼영역이란 특정영역을 설정한다. 위치경보 버퍼영역은 경보영역으로부터 일정거리(예를 들어, 수 킬로미터) 떨어진 영역을 설정하여 모바일 사용자가 버퍼영역에 들어오기 전까지는 앞에서 설명한 이동거리 비율 위치획득 방법으로 위치획득 시간간격을 조절하고, 모바일 사용자가 버퍼영역 안에 진입하면 최소위치획득 시간간격으로 위치획득 시간간격을 조절한다. 따라서 위치정보서비스의 정확성을 위하여 버퍼영역을 크게 설정하면 불필요한 위치획득 횟수가 증가하고, 반대로 버퍼영역을 작게 설정하면 위치획득 횟수는 감소하지만 위치정보 서비스의 정확도가 감소하게 된다.

이동거리 비율 위치획득 모델은 모바일 사용자의 이동속도가 널빤 현상을 보이는 환경에서 적응적인 장점을 가지고 있지만 적절한 위치획득 시간간격을 제공하기 위한 파라미터의 설정이 어렵고 버퍼영역을 사용함으로써 불필요한 위치획득 횟수가 증가하는 단점을 가지고 있다.

3. 하이브리드 위치획득 모델

본 위치획득 모델은 모바일 사용자의 최대 이동속도를 이용하는 MATT 위치획득 모델의 장점과 이동거리비율을 이용하는 이동거리비율 위치획득 모델의 장점을 적용한 모델이다.

MATT 위치획득 모델은 모바일 사용자의 최대 이동속도는 크지만 실제 이동속도는 작은 경우에 적합하지 않다. 최대 이동속도를 크면 클수록 위치획득 시간간격은 매우 작게 설정되어 위치획득 빈도가 높아지며 이는

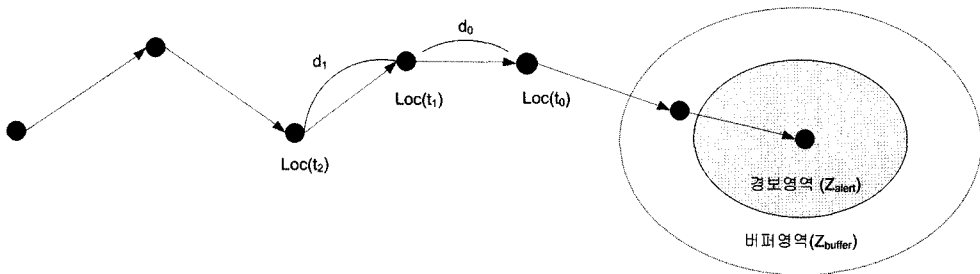


그림 3 이동거리비율 위치획득 모델

실제 이동속도가 낮은 상황에서 불필요한 위치획득을 횡수를 증가시키게 된다.

반대로 이동거리비율 위치획득 모델은 모바일 사용자의 최대 이동속도와 관계없이 이동거리비율에 따라 위치획득을 하기 때문에 이동거리비율이 증가할수록 위치획득 시간간격을 최소 위치획득 시간간격만큼 감소시킬 수 있다. 결국 최대 이동속도를 고려하여 위치획득 시간간격을 계산했을 경우에 비하여 불필요한 위치획득 횡수가 발생할 수 있다.

그림 4는 본 논문에서 제안하는 하이브리드 위치획득

모델의 동작을 보여준다. 하이브리드 위치획득 모델은 기본적으로 이동거리비율 위치획득 모델과 같이 최근 이동거리인  $d_0(Loc(t_0)$ 와  $Loc(t_1)$ 의 이동거리)과  $d_1(Loc(t_1)$ 와  $Loc(t_2)$ 의 이동거리)을 이용하여 이동거리가 증가 ( $d_0 > d_1$ )하면 위치획득 간격을 증가시키고 반대로 이동거리가 감소( $d_0 < d_1$ )하면 위치획득 간격을 감소시킨다. 그러나 사용자의 이동거리가 증가했다가 감소하는 경우 또는 감소했다가 증가하는 경우에도 기존의 이동거리비율 위치획득 모델은 위치획득 간격을 단조롭게 증가시키거나 감소시킨다.

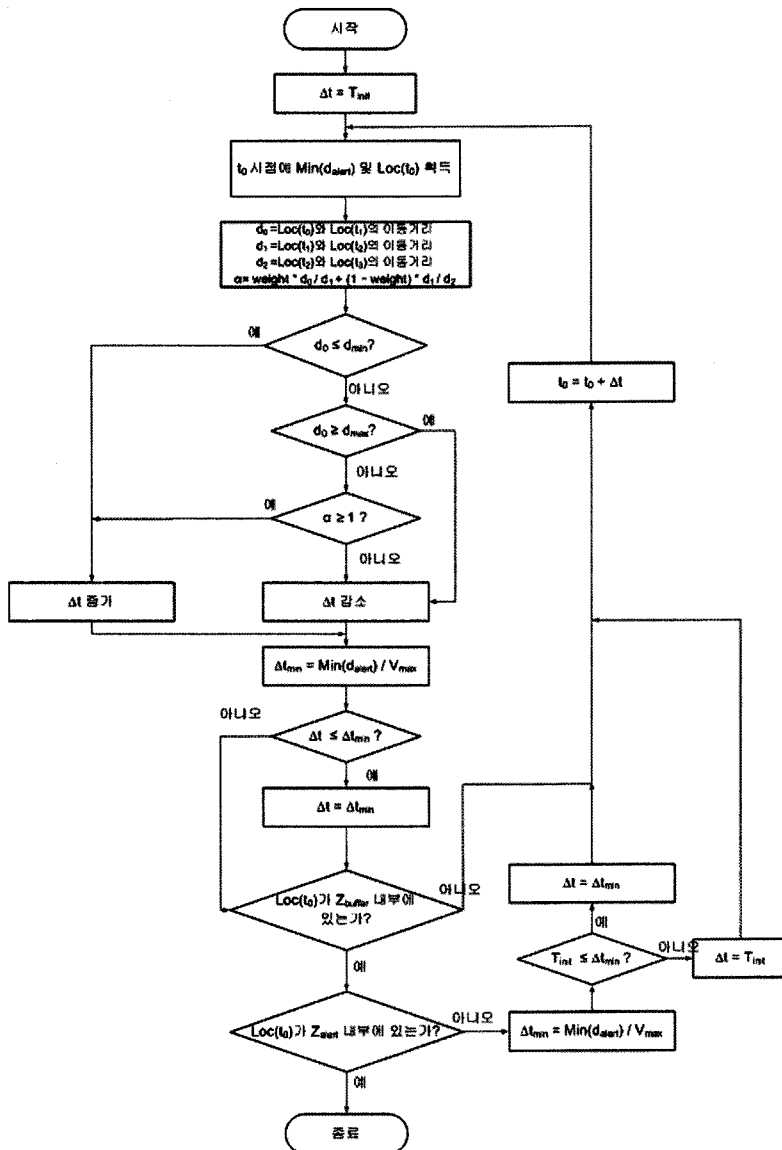


그림 4 하이브리드 위치획득 모델 a

이러한 경우를 보완하기 위하여 하이브리드 위치획득 모델은 추가적으로  $d_2(\text{Loc}(t_2)$ 와  $\text{Loc}(t_3)$ 의 이동거리를 이용하여 보다 세분화된 위치획득 간격을 적절한 가중치의 조합으로 조정한다. 여기서  $t_3$ 는  $t_2$  이전에 위치를 획득한 시점이다. 즉,  $\alpha (= \text{weight} * d_0 / d_1 + (1 - \text{weight}) * d_1 / d_2)$  값이 1 보다 작은 경우에는 위치획득 간격을 증가시키고 반대의 경우에는 위치획득 간격을 감소시킨다. weight 값은 0.0과 1.0 사이의 상수로  $d_0/d_1$ 과  $d_1/d_2$ 의 가중치를 조절하는 역할을 하며 weight 값이 1.0에 가까울수록 최근의 이동거리비율인  $d_0/d_1$ 의 비중이 높아진다. 실험에서는 weight 값을 다양하게 변화시킨 결과 최적의 값으로 0.9를 얻었다. 기존의 이동거리비율 위치획득 모델에서는  $\alpha(d_0/d_1)$  이 1보다 작은 경우 위치획득 시간 간격  $\Delta t$ 를 감소 시켰다. 그림 4를 살펴보면 이러한 조절 기능이 하이브리드 위치 획득 모델에도 반영되어 있음을 알 수 있다.

또한 위치획득 간격을 증가시킬 때( $d_0 > d_1$ )에는  $d_1$ 과  $d_2$ 를 비교하여  $d_1/d_2 > 1$ 인 경우 이동거리가 계속해서 증가하였으므로 최근의 이동거리비율( $d_1/d_0$ )만을 사용하여 위치획득 간격을 조정한다. 반대로  $d_1/d_2 \leq 1$ 인 경우에는 이동거리가 감소했다가 증가하였으므로  $\alpha$  값을 사용하여 위치획득 간격을 조정한다. 위치획득 간격의 감소도 이와 유사하게 동작하며 이에 대한 상세한 알고리즘이 그림 5에 표현되어 있다.

### 4. 실험평가

#### 4.1 실험환경

본 논문에서 제안한 하이브리드 위치획득 모델의 성능을 평가하기 위하여 위치기반 정보서비스 시뮬레이션 환경을 생성하였고, 기존의 정적 위치획득 모델, MATT

위치획득 모델, 이동거리비율 위치획득 모델과 하이브리드 위치획득 모델을 시뮬레이션 환경에 각각 적용하였을 때의 위치획득 횟수와 정확도를 비교하였다. 시뮬레이션 환경은 표 1과 같이 1000명의 사용자가 약 14시간 동안 100Km × 100Km의 실험지역 내에서 GSTD[9] 모델에 의해 이동하도록 구성되었다. GSTD 모델은 모바일 사용자의 이동 패턴을 생성하기 위하여 제안된 것으로 Uniform 분포, Gaussian 분포, Skewed 분포 등의 분포도에 따라 다양한 이동 패턴을 생성하도록 한다. 표 2는 실험에서 사용한 GSTD 모델의 파라미터들을 보여준다.

#### 4.2 실험

실험은 모바일 사용자의 이동패턴을 GSTD 모델로 생성한 환경에서의 정적 위치획득 모델(Static), MATT 위치획득 모델(MATT), 이동거리비율 위치획득 모델(Distance Ratio), 하이브리드 위치획득 모델(Hybrid)의 위치획득 횟수를 비교한 결과이다. 실험에서의 정적 위치획득 모델은 5분 주기로 사용자의 위치를 획득했다.

표 3,4,5는 각 분포별로 이동거리비율 위치획득 모델과 하이브리드 위치획득 모델의 버퍼크기를 1Km에서 6Km로 변화시켰을 때의 위치획득 횟수와 경보(alerting) 감지율을 비교한 것이다. 경보 감지율은 정적 위치획득 모델을 사용했을 때의 경보 요청 총 수에 대한 각 위치획득 모델의 경보 요청 총 수를 의미한다. 하이브리드 위치획득 모델과 이동거리비율 위치획득 모델 모두 버퍼크기가 커질수록 위치획득 횟수는 증가하고 경보 감지율은 높아진다. 그러나 표 5의 Skewed 분포에서 볼 수 있듯이 하이브리드 위치획득 모델은 이동거리비율 위치획득 모델에 비하여 위치획득 횟수는 적지만 경보 감지율은 더 높다. 즉, Skewed 분포의 특징인 사용

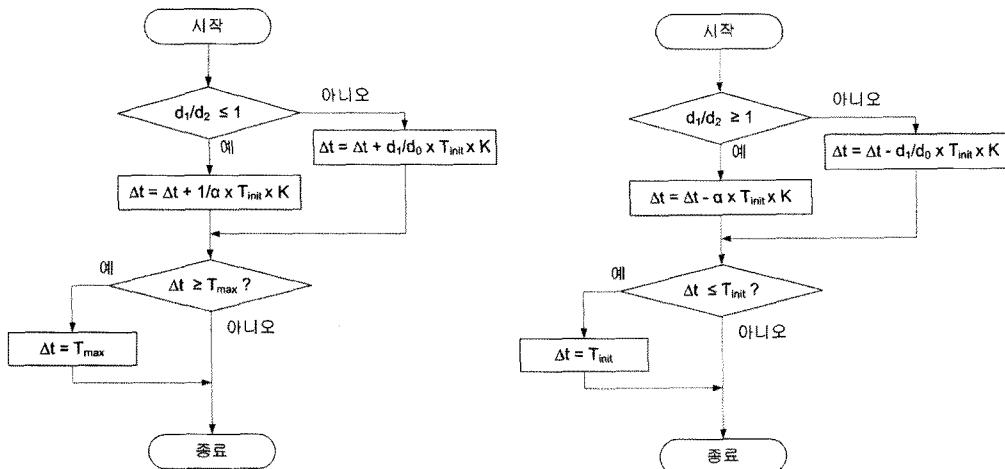


그림 5 하이브리드 위치획득 모델 b

표 1 실험환경

실험환경 인자	값	비고
이동체 개수	1000개	
실험시간 TimeStamp	1~10000	1Unit = 5초
총 실험시간	14시간 정도	10000*5초 = 13.88시간
이동체의 이동 경로	Uniform, Gaussian, Skewed	
실험공간 이탈여부	no	
실험 공간의 크기	100 km × 100 km	
이동체 1개당 경보영역 수	15~20 개	
경보영역 크기	1~5 km	

표 2 GSTD 파라미터

GSTD 인자	설명	값
<filename>	입력데이터 파일이름	***.txt
<#objects>	생성할 오브젝트 개수	1000
<starting_id>	오브젝트 아이디 시작번호	1
<density D>	(Rectangle 인자)	-
<#ss>	The Number of Snapshot	10000
<seed>	랜덤함수 Seed	정수
<obdtype>	오브젝트 타입, point or rectangle	p
<distr_init>	초기 오브젝트 위치분포	r
<distr_t>	Unit time의 간격분포	r
<distr_c>	오브젝트의 위치분포	r or s_0.5 or g_0.0_variance
<distr_ext>	(Rectangle 인자)	-
<store>	실험공간 이탈시 처리방법	a (adjust방법)
<min_t>	Unit time 간격의 최소값	0.0000999
<max_t>	Unit time 간격의 최대값	0.0001
<min_c(x,y)>	오브젝트의 최소 이동거리 (x,y)	$x = -v_{max} / 3600(\text{초}) * 5(\text{초}) / 100$ $y = -v_{max} / 3600(\text{초}) * 5(\text{초}) / 100$
<max_c(x,y)>	오브젝트의 최대 이동거리 (x,y)	$x = +v_{max} / 3600(\text{초}) * 5(\text{초}) / 100$ $y = +v_{max} / 3600(\text{초}) * 5(\text{초}) / 100$
<min_ext>	(Rectangle 인자)	-

- \* p = point
- \* r = Uniform 분포
- \* s\_0.5 = Skewed 분포 with 0.5 편향도
- \* g\_0.0\_variance = Gaussian 분포; 평균 0.0, variance = 최대이동거리 \* 50%

표 3 버퍼크기 변화에 따른 성능 비교(Gaussian Distribution)

BufferSize	Vmax	위치획득 횟수				Performance		Alerting 감지율	
		Hybrid	Distance Ratio	MATT	Static	Hybrid/ Distance Ratio	Hybrid/ MATT	Hybrid/ Static	Distance Ratio/ Static
1Km	80Km	46,650	71,855	128,135	166,645	35%	64%	100%	100%
2Km	80Km	52,834	77,015	128,135	166,645	31%	59%	100%	100%
3Km	80Km	60,245	82,791	128,135	166,645	27%	53%	100%	100%
4Km	80Km	68,081	88,879	128,135	166,645	23%	47%	100%	100%
5Km	80Km	76,078	95,486	128,135	166,645	20%	41%	100%	100%
6Km	80Km	83,820	101,617	128,135	166,645	18%	35%	100%	100%

자들의 이동 속도가 급격하게 증가했다 감소하는 환경에서도 하이브리드 위치획득 모델이 더 효율적임을 알 수 있다. 또한 Gaussian 분포와 Uniform 분포의 경우 하이브리드 위치획득 모델은 이동거리비를 위치획득 모델에 비하여 16%에서 35% 정도의 위치획득 횟수를 감

소시키는 성능을 보여준다.

표 6,7,8의 실험결과를 사용자들의 최대 이동속도를 20Km에서 120Km로 변화시켰을 때의 각 위치획득 모델의 성능을 비교한 것이다. 표 6,7,8에서 볼 수 있듯이 사용자들의 최대 이동 속도가 빨라질수록 MATT 위치

표 4 버퍼크기 변화에 따른 성능 비교(Uniform Distribution)

BufferSize	Vmax	위치획득 횟수				Performance		Alerting 감지율	
		Hybrid	Distance Ratio	MATT	Static	Hybrid/Distance Ratio	Hybrid/MATT	Hybrid/Static	Distance Ratio/Static
1Km	80Km	48,317	72,941	131,014	166,645	34%	63%	96%	99%
2Km	80Km	54,982	78,288	131,014	166,645	30%	58%	99%	100%
3Km	80Km	61,876	84,326	131,014	166,645	27%	53%	100%	100%
4Km	80Km	70,741	91,169	131,014	166,645	22%	46%	100%	100%
5Km	80Km	79,702	98,459	131,014	166,645	19%	39%	100%	100%
6Km	80Km	88,441	105,681	131,014	166,645	16%	32%	100%	100%

표 5 버퍼크기 변화에 따른 성능 비교(Skewed Distribution)

BufferSize	Vmax	위치획득 횟수				Performance		Alerting 감지율	
		Hybrid	Distance Ratio	MATT	Static	Hybrid/Distance Ratio	Hybrid/MATT	Hybrid/Static	Distance Ratio/Static
1Km	80Km	43,133	46,774	92,611	166,645	8%	53%	92%	87%
2Km	80Km	45,422	48,931	92,611	166,645	7%	51%	97%	89%
3Km	80Km	46,020	49,929	92,611	166,645	8%	50%	98%	93%
4Km	80Km	49,228	52,785	92,611	166,645	7%	47%	98%	95%
5Km	80Km	52,372	56,241	92,611	166,645	7%	43%	99%	97%
6Km	80Km	56,202	60,090	92,611	166,645	6%	39%	99%	97%

획득 모델의 위치획득 횟수는 급격하게 증가한다. 그에 반해 하이브리드 위치획득 모델과 이동거리비율 위치획득 모델은 모두 이동거리비율을 이용하여 위치획득 주기를 조절하기 때문에 최대 이동속도가 증가해도 위치획득 횟수는 크게 증가하지 않는다.

그러나 최대이동속도가 작은 경우, 예를 들어 20Km인 경우에는 이동거리비율 위치획득 모델은 MATT 위치획득 모델보다 더 많은 위치획득을 한다. 이는 사용자의 최대 이동속도와 실제 이동속도와의 차이가 크지 않기 때문에 MATT 위치획득 모델의 성능이 최대로 발휘되기 때문이다. 또한 이동속도의 변화량이 작으면 이동거리 또한 작게 제한되기 때문에 이동거리 비율의 변동 빈도가 높아지는 결과를 가져온다. 하이브리드 위치획득 모델은 이동거리비율 위치획득 모델보다 더 세분화된 이동거리 비율의 비교를 통하여 위치획득 주기를 조절하기 때문에 최대 이동속도가 낮은 경우에도 높은 성능을 보여준다.

표 9,10,11의 실험결과는 각각의 모바일 사용자가 최대 등록한 경보영역의 수(Number of Alert Areas)를 변화시켰을 때의 하이브리드 위치획득 모델의 성능을 기존 모델들과 비교한 것이다. Gaussian 분포와 Uniform 분포(표 9,10)에 대하여, 하이브리드 위치획득 모델은 이동거리비율 위치획득 모델에 비하여 경보영역 수의 변화에 따라 30~50%의 위치획득 횟수 감소를 보였다. Skewed 분포(표 11)인 경우, 하이브리드 위치획득 모델

의 성능은 이동거리비율 위치획득 모델에 비하여 18% 성능 향상을 보였고, 경보영역 진입 알림에 대한 정확도도 5%~8% 정도 높았다.

### 5. 결론 및 향후 연구계획

본 논문에서는 위치기반 서비스 중 특정지역에 진입하거나 벗어날 경우에 자동으로 정보를 제공하는 위치기반 경보서비스에서 이동체의 위치정보를 획득하는 효율적인 위치획득 모델을 제시하였다. 현재까지 연구되고 있는 이동체를 위한 위치획득방법은 모바일 사용자들이 동적이고 불규칙적인 이동속도 및 이동패턴을 보일 때 만족스러운 성능을 보여주지 못하고 있다. 이에 본 연구에서는 기존의 MATT 위치획득 모델과 이동거리비율 위치획득 모델의 장점을 이용한 하이브리드 위치획득 모델을 제시하였다. 실험결과 제안한 위치획득 모델은 다양한 이동체의 이동 패턴 환경에서도 기존의 위치획득 모델에 비하여 위치정보 획득횟수를 획기적으로 감소시키면서 위치기반 경보서비스를 제공할 수 있음을 알 수 있었다.

현재의 하이브리드 위치획득 모델은 한 대의 서버가 다수의 사용자를 대상으로 위치기반 경보서비스를 제공하는 환경에서 동작하는 모델이다. 그러나 하이브리드 위치획득 모델을 적용하더라도 현실적으로 한 대의 서버가 다수의 사용자에게 원활한 서비스를 제공하기에는 무리가 있다. 향후 연구로는 여러 대의 서버가 존재하는



표 6 사용자들의 최대 이동 속도 변화에 따른 성능 비교(Gaussian Distribution)

BufferSize	Vmax	위치획득 횟수				Performance		Alerting 감지율	
		Hybrid	Distance Ratio	MATT	Static	Hybrid/Distance Ratio	Hybrid/MATT	Hybrid/Static	Distance Ratio/Static
3Km	20Km	50,794	80,955	80,955	166,645	37%	37%	100%	100%
3Km	40Km	55,780	81,213	92,896	166,645	31%	40%	100%	100%
3Km	50Km	57,104	81,569	103,778	166,645	30%	45%	100%	100%
3Km	60Km	58,029	81,787	113,254	166,645	29%	49%	100%	100%
3Km	70Km	58,792	82,086	120,955	166,645	28%	51%	100%	100%
3Km	80Km	59,551	82,104	128,276	166,645	27%	54%	100%	100%
3Km	90Km	60,198	82,524	134,213	166,645	27%	55%	100%	100%
3Km	100Km	61,187	83,011	139,207	166,645	26%	56%	100%	100%
3Km	120Km	62,030	84,085	147,538	166,645	26%	58%	100%	100%

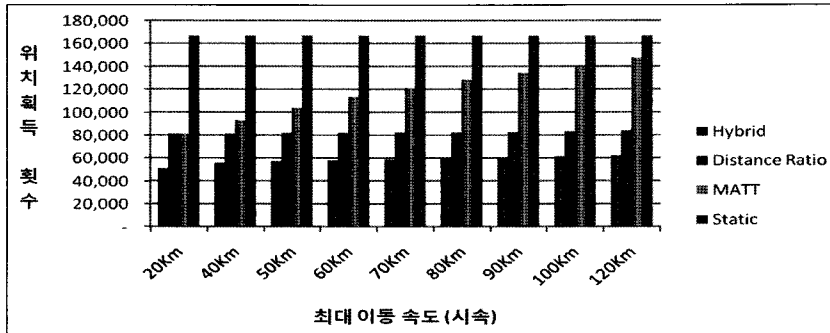


표 7 사용자들의 최대 이동 속도 변화에 따른 성능 비교(Uniform Distribution)

BufferSize	Vmax	위치획득 횟수				Performance		Alerting 감지율	
		Hybrid	Distance Ratio	MATT	Static	Hybrid/Distance Ratio	Hybrid/MATT	Hybrid/Static	Distance Ratio/Static
3Km	20Km	56,176	84,685	69,547	166,645	34%	19%	100%	100%
3Km	40Km	57,949	82,053	96,289	166,645	29%	40%	100%	100%
3Km	50Km	60,696	84,438	106,418	166,645	28%	43%	100%	100%
3Km	60Km	62,295	84,732	115,683	166,645	26%	46%	100%	100%
3Km	70Km	61,048	83,864	124,590	166,645	27%	51%	100%	100%
3Km	80Km	61,876	84,326	131,014	166,645	27%	53%	100%	100%
3Km	90Km	65,782	87,271	137,224	166,645	25%	52%	100%	100%
3Km	100Km	65,954	87,344	141,617	166,645	24%	53%	100%	100%
3Km	120Km	65,577	86,763	148,855	166,645	24%	56%	100%	100%

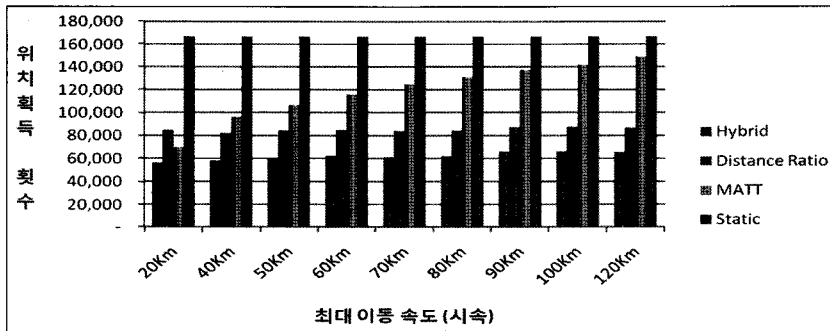


표 8 사용자들의 최대 이동 속도 변화에 따른 성능 비교(Skewed Distribution)

BufferSize	Vmax	위치획득 횟수				Performance		Alerting 감지율	
		Hybrid	Distance Ratio	MATT	Static	Hybrid/Distance Ratio	Hybrid/MATT	Hybrid/Static	Distance Ratio/Static
3Km	20Km	47,903	75,407	54,309	166,645	36%	12%	100%	100%
3Km	40Km	49,904	58,986	66,657	166,645	15%	25%	99%	98%
3Km	50Km	49,108	55,489	74,056	166,645	11%	34%	99%	95%
3Km	60Km	48,237	52,867	80,305	166,645	9%	40%	98%	93%
3Km	70Km	47,393	51,634	86,801	166,645	8%	45%	98%	93%
3Km	80Km	46,550	50,089	92,674	166,645	7%	50%	98%	92%
3Km	90Km	45,814	49,183	98,974	166,645	7%	54%	99%	91%
3Km	100Km	45,097	48,170	103,785	166,645	6%	57%	97%	90%
3Km	120Km	44,079	47,330	114,066	166,645	7%	61%	98%	91%

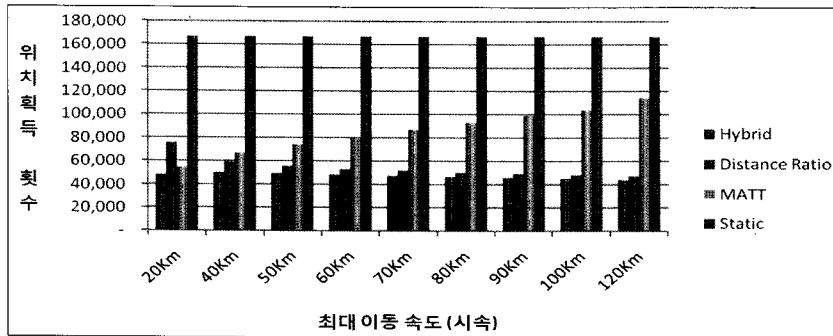


표 9 경보영역의 수의 변화에 따른 성능 비교(Gaussian Distribution)

BufferSize	Vmax	Number of Alert Areas	위치획득 횟수				Performance		Alerting 감지율	
			Hybrid	Distance Ratio	MATT	Static	Hybrid/Distance Ratio	Hybrid/MATT	Hybrid/Static	Distance Ratio/Static
3Km	80Km	4	31,654	63,827	56,045	166,645	50%	44%	100%	100%
3Km	80Km	8	36,863	66,109	75,001	166,645	44%	51%	100%	100%
3Km	80Km	12	40,708	69,366	85,402	166,645	41%	52%	100%	100%
3Km	80Km	16	45,853	72,541	97,170	166,645	37%	53%	100%	100%
3Km	80Km	20	48,227	74,419	102,758	166,645	35%	53%	100%	100%
3Km	80Km	24	55,032	79,044	113,060	166,645	30%	51%	100%	100%

표 10 경보영역의 수의 변화에 따른 성능 비교(Uniform Distribution)

BufferSize	Vmax	Number of Alert Areas	위치획득 횟수				Performance		Alerting 감지율	
			Hybrid	Distance Ratio	MATT	Static	Hybrid/Distance Ratio	Hybrid/MATT	Hybrid/Static	Distance Ratio/Static
3Km	80Km	4	31,232	63,608	54,305	166,645	51%	42%	100%	100%
3Km	80Km	8	37,460	67,082	73,507	166,645	44%	49%	100%	100%
3Km	80Km	12	40,248	68,880	84,319	166,645	42%	52%	100%	100%
3Km	80Km	16	46,070	72,907	94,711	166,645	37%	51%	100%	100%
3Km	80Km	20	48,094	74,463	100,994	166,645	35%	52%	100%	100%
3Km	80Km	24	51,242	76,798	108,486	166,645	33%	53%	100%	100%

표 11 경보영역의 수의 변화에 따른 성능 비교(Skewed Distribution)

BufferSize	Vmax	Number of Alert Areas	위치획득 횟수				Performance		Alerting 감지율	
			Hybrid	Distance Ratio	MATT	Static	Hybrid/Distance Ratio	Hybrid/MATT	Hybrid/Static	Distance Ratio/Static
3Km	80Km	4	28,047	39,069	38,695	166,645	28%	28%	96%	89%
3Km	80Km	8	32,384	40,780	50,253	166,645	21%	36%	98%	90%
3Km	80Km	12	34,530	42,145	57,050	166,645	18%	39%	98%	90%
3Km	80Km	16	36,375	42,864	64,869	166,645	15%	44%	99%	91%
3Km	80Km	20	38,073	44,323	70,282	166,645	14%	46%	99%	94%
3Km	80Km	24	40,998	46,406	77,004	166,645	12%	47%	99%	92%

실제 셀 기반의 네트워크 환경에서 적용이 가능한 위치 획득 모델의 개발을 목표로 하고 있다.

**참 고 문 헌**

- [1] 류근호, 안윤애, 이준옥, 이용준, "이동 객체 데이터베이스와 위치기반 서비스의 적용", *데이터베이스연구*, 제17권 제3호, 2001.
- [2] 이낙훈, 박주훈, 안병익, "위치기반 응용 서비스(항법, 디렉토리, 위치추적)을 지원하는 LBS 표준 참조 시스템", *한국공간정보시스템학회*, pp.33-38, 2004.
- [3] 박용완, 김선미, 최희동, 한규영, 조채환, "이동통신 망에서 LBS를 위한 위치 측위 기술", *대한 전자 공학회*, 제 22권 제 2호, pp.46-54, 2006.
- [4] Ralf H. Guting, Mike H. Bohlen, Martin Erwig, Christian S. Jensen, Nikos A. Lorentzos, Markus Schneider, Michalis Vazirgiannis, "A Foundation for Representing and Querying Moving Objects," *ICDE*, pp.422-432, 1997.
- [5] 민경욱, 조대수, "위치기반 서비스(LBS)를 위한 이동체 위치획득 기법", *한국정보처리학회 논문집D*, pp.885-896, 2003.
- [6] A. Bar-Noy, I. Kessler and M. Sidi, "Mobile Users: To Update or Not to Update?," *Wireless Networks*, vol.1, no.2, pp.187-196, 1995.
- [7] Wave market incorporated, "Mobile Telecommunication Network System That Provides Moving Objects with Alert-Based Service," Official Patent Publication in Korea Republic, Application No. 10-2004-7000651, 2004.
- [8] Byung-Ik Ahn, Sung-Bong Yang, Heui-Chae Jin, and Jin-Yul Lee, "Location Poling Algorithm for Alerting Service Based on Location," *Springer Verlag Lecture Notes in Computer Science*, vol.3833, pp.104-114, 2005.
- [9] R.H. Güting, D. Papadias, and F. Lochovsky, "On the Generation of Spatiotemporal Datasets," *Springer Verlag Lecture Notes in Computer Science*, vol. 1651, pp.147-164, 1999.



송진우

2001년 연세대학교 컴퓨터과학과(학사)  
2003년 연세대학교 컴퓨터과학과(석사)  
2005년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과(박사과정)



안병익

1993년 동국대학교 대학원 컴퓨터공학과(석사). 2007년 연세대학교 대학원 컴퓨터과학과(박사). 1993년~1999년 KT 연구 개발 본부. 2000년~현재 포인트아이(주) 사장. 관심분야는 LBS, 모바일, 텔레매틱스, 이동체DB



이광조

2007년 세종대학교 컴퓨터공학과(학사)  
2009년 연세대학교 컴퓨터과학과(석사)  
2009년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과(박사과정). 관심분야는 모바일 P2P 컴퓨팅, 3D 그래픽스



한정석

2007년 홍익대학교 컴퓨터공학과(학사)  
2009년 연세대학교 컴퓨터과학과(석사)  
관심분야는 Ad-Hoc, 무선 네트워크



양성봉

1981년 연세대학교 공학사. 1984년 Univ. of Oklahoma 컴퓨터과학과(석사). 1992년 Univ. of Oklahoma 컴퓨터과학과(박사). 1993년~1994년 전주대학교 전자계산학과 전임강사. 1994년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 교수. 관심분야는 P2P

컴퓨팅, 3D 그래픽스