

# 위치기반서비스를 위한 멀티레벨 위치 트리거 기법

민 경 옥<sup>†</sup> · 김 도 현<sup>\*\*</sup> · 남 광 우<sup>\*\*\*</sup> · 김 주 완<sup>\*\*\*\*</sup>

## 요 약

위치기반서비스(LBS: Location-Based Services)의 이용자가 급증함으로써 최근 위치 트리거(Location Trigger) 서비스에 대한 다양한 응용 분야가 등장하고 있다. 위치 트리거는 사용자의 이동 위치를 감지하여 특정한 지역에 진입, 존재, 이탈할 경우 사용자에게 단문문자서비스(SMS), 전자메일 등을 통하여 알리거나 또는 사용자에게 의해 미리 정의된 특정한 서비스를 제공하는 기술이다. 기존에 이러한 위치 트리거 기술은 위치 제공 서버에 주기적으로 위치정보를 요청하여 처리해 왔으나 LBS 서비스 가입자가 증가할수록 서버 및 통신 부하로 인하여 시스템의 성능 저하를 초래하게 된다.

이에 본 논문에서는 위치 트리거를 처리함에 있어서 이동통신망의 위치서버의 부하를 줄이고 모바일 단말기에 임베디드된 GPS 디바이스의 전력 소모량을 최소화하는 멀티레벨 위치 트리거 방법에 대하여 연구하였다. 실제 본 논문에서 제시하는 방법을 설계하고 테스트베드를 구축하여 성능을 평가함으로써 위치 트리거 기술의 성능 향상에 기여하였다.

키워드 : 위치기반서비스, 위치트리거, MS-Assisted Mode GPS, MS-Based Mode GPS, Autonomous GPS

## Techniques of Multilevel Location Trigger for Location-based Services

Min Kyoung Wook<sup>†</sup> · Kim Do Hyun<sup>\*\*</sup> · Nam Kwang Woo<sup>\*\*\*</sup> · Kim Ju Wan<sup>\*\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

Recently, various applications of location trigger service have been required and developed as users of location-based services are increasing. The location trigger is detecting event of entering in, existing in or leaving from pre-specified area, and then alerting by short message service, an e-mail or servicing other pre-defined action to mobile subscribers. The conventional methodology of supporting location trigger is detecting location trigger events as periodical requesting location of mobile communication terminal to location gateway server in mobile communication network. But these conventional methods cause mobile communication interruption when the location trigger services are overloaded; thereby inducing performance of core server to be fell off.

So, in this paper, we have studied a new location trigger technology, named mobile multilevel location trigger, to reduce mobile core network server triggering bottleneck and power consumption caused embedded GPS device of mobile phone. Actually, as design and evaluating the performance of location trigger after building test-bed environment, we contribute toward improving technology of location trigger.

Key Words : LBS, Location Trigger, MS-Assisted Mode GPS, MS-Based Mode GPS, Autonomous GPS

## 1. 서 론

최근 무선인터넷의 급속한 발전으로 인해서, 개인의 이동성의 특성에 의한 서비스는 점차적으로 확대되고 있다. LBS는 이동통신 단말기 소지자의 위치를 실시간으로 추적해 이를 활용한 다양한 응용 서비스를 제공하는 무선인터넷 서비스를 말하며, 최단 경로 제공, 친구 찾기, 교통 노선 정보, 모바일 광고, 모바일 할인 쿠폰, 주변 시설 정보, 긴급 구조

서비스 등의 다양한 서비스가 제공 되고 있다. 특히, 다양한 위치기반서비스 중 위치 트리거 서비스는 안심울타리, 안전 등하교/출퇴근 알리미, 지역기반 통화/무선인터넷 요금 할인 서비스뿐만 아니라, 긴급 구조 시스템 등의 공공 분야에서 필수적으로 적용될 수 있는 기술이다. 위치 트리거는 특정 영역에 대한 진입 또는 이탈 이벤트가 발생했을 경우 미리 지정된 서비스를 수행하는 것을 말한다. 예를 들어 위치 트리거 시스템이 제공되었을 때, “강남구에 진입한 KTF 가입 고객들 중에서 20대의 여성들에게 할인 쿠폰 메시지 전송”과 같은 서비스 요청은 다음과 같은 질의 문이 될 수 있다.

*PushSMS("Coupon")  
from KTF\_USERS*

<sup>†</sup> 정 회 원 : ETRI 텔레매틱스·USN 연구단 선임연구원

<sup>\*\*</sup> 정 회 원 : 부산대학교 컴퓨터공학과 박사과정

<sup>\*\*\*</sup> 정 회 원 : 군산대학교 교수

<sup>\*\*\*\*</sup> 정 회 원 : ETRI 텔레매틱스·USN 연구단 팀장

논문접수 : 2006년 4월 21일, 심사완료 : 2006년 9월 1일

where LOCATION\_TRIGGER("강남구", ENTERING) and Sex = "female" and Ages > 20 and Ages <= 30

이러한 위치 트리거 기능은 LBS 관련 표준으로도 명시가 되어 있으며[7], 기능 구현을 위한 다양한 방법들이 존재한다. 이동통신 서비스는 대용량 통신 처리 시스템으로써 대량의 통화를 처리하기 위한 CELL 방식의 구조를 기반으로 설명될 수 있다. 휴대폰, 스마트폰, 텔레매틱스 단말 등의 이동통신 단말기(MS: Mobile Station)는 현재 자신이 속해 있는 CELL의 기지국(BS: Base Station)으로부터 서비스를 받게 되며, 각 CELL은 망 내의 CELL들을 구분하기 위해 할당된 유일한 자신의 CELL ID를 갖게 된다. 기존의 위치 트리거를 구현하는 방법 중 하나는 이동통신 네트워크의 기지국 장비에서 단말기의 로밍(roaming) 기능을 지원하기 위해 존재하는 MSC(Mobile-services Switching Center), VLR(Visitor Location Register) 및 HLR(Home Location Register)을 직접적으로 수정함으로써 가능하다. 이 방법은 이동통신 네트워크 장비의 기능 확장을 통하여 단말기의 종류에 관계없이 위치 트리거의 구현이 가능하다는 장점이 있는데 비하여, 통신기능에서 중요한 기능을 수행하는 MSC 등의 교환기 소프트웨어를 직접 수정해야 하며, 위치 트리거의 설정이 과도하게 설정될 경우에는 교환기 등에 과부하를 주어 통신 기능에 장애를 초래할 수 있다는 것이다. 또한, 이러한 방식은 CELL 신호영역 기반의 위치 트리거 처리는 가능하지만, GPS등의 정보를 이용한 세밀한 지역에 대한 위치 트리거 처리를 할 수 없다는 단점이 있다. 또 다른 방식으로는 최근 이동통신 네트워크는 A-GPS를 채택한 단말기의 보급과 이동통신 네트워크의 3GPP, 3GPP2[12] 등의 표준화에 따라 PDE(Position Determination Entity)와 MPC(Mobile Positioning Center)가 채택되어 있으며 LBS 플랫폼[7][14]의 시간 트리거를 이용하여 주기적인 위치를 획득함으로써 위치 트리거를 처리할 수 있다. 이 방법은 CELL 위치정보 또는 GPS 디바이스가 장착된 모바일 단말기의 GPS 위치정보를 이용해 좀 더 세밀한 위치 트리거 서비스가 가능하며 기존 통신기능에서 중요한 역할을 수행하는 장비들의 수정 없이 구현이 가능하지만, 마찬가지로 이동통신 네트워크에서의 과도한 통신부하가 발생하는 문제점과 단말기의 GPS 정보를 잦은 주기로 획득할 경우 단말기의 전력 소모량이 많아진다는 단점 또한 지니고 있다.

이에 본 논문에서는 위치 트리거 시스템을 구현함에 있어서 기존의 방법과는 다른, 다음의 두 가지를 특징으로 하는 위치 트리거 방법에 대해서 연구하였다. 첫 번째는, 위치 트리거 이벤트 검출 기능을 이동통신망을 이용하여 모바일 단말기로 분산시킴으로써 위치서버의 부하를 감소시키고, 두 번째는, 위치 트리거 이벤트의 검출을 CELL 기반의 위치정보를 이용하여 넓은 영역에 대해서 우선 검출하고, 다음으로 GPS 기반의 위치정보를 이용하여 세밀한 영역에 대해서 이벤트를 검출하는 멀티레벨 위치 트리거 방식으로 동작함으로써 GPS 디바이스에 의한 모바일 단말기의 전력 소모량을 최소화한다. 본 연구에서 타겟이 되는 모바일 단말기는

음성통화 및 모바일 통신(CDMA)이 가능하고 MS-Assisted Mode GPS, MS-Based Mode GPS 그리고 Autonomous GPS 디바이스가 임베디드된 단말을 대상으로 한다. 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 먼저 2장에서는 위치 트리거 처리 관련 연구에 대해서 살펴보고, 3장에서는 기존의 위치 트리거 처리 모델과 본 논문에서 제안하는 위치 트리거 모델을 분류하여 설명을 하고, 4장에서는 멀티레벨 위치 트리거 방법에 대해서 구체적으로 살펴 볼 것이다. 그리고 5장에서는 실제 테스트베드를 구축함으로써 본 논문에서 제시하는 방법의 실험 결과에 대해서 살펴 보고, 마지막 6장에서는 결론을 맺는다.

## 2. 관련연구

위치 트리거와 관련된 연구는 트리거 이벤트를 감지하는 주체에 따라서 크게 서버사이드와 모바일 단말사이드로 구분 될 수 있다. 서버사이드에서의 위치 트리거 처리 방식은 이동통신 네트워크의 서버 장비의 기능 확장[4]을 통한 방식과 위치 획득 모델[5, 12], 위치 트래킹 모델[1] 등을 적용함으로써 구현이 가능하다.

[4]는 기존 이동통신 네트워크(GSM)의 시스템 구조에서 위치 트리거를 처리할 경우, LCS(Location Services) 클라이언트와 GMLC(Gateway Mobile Location Center), 그리고 GMLC와 HLR 사이의 서비스 요청 처리에 병목현상(bottleneck)이 발생하기 때문에 이를 해결하기 위한 시스템 구조 모델링에 관한 논문이다. 논문에서 제시하는 LPDS(Location Proximity Detection System)은 GMLC에서의 위치 트리거 처리 역할을 이동통신 네트워크상에 BSS(Base Station System)와 Proximity Detection 시스템을 구성하여 트리거 영역 관리, 질의 분산처리 등 의 역할을 수행하여 CELL 기반의 위치 트리거 처리 성능을 향상시키도록 하였으나 이동통신 네트워크의 주요 시스템을 변경하여야 하는 단점이 있으며, 과도한 위치 트리거를 처리할 경우 마찬가지로 서버의 부하를 해결하는데 한계점을 지니고 있다.

[5, 13, 14]에서는 이동통신용 단말기의 위치를 획득함에 있어서 LBS 플랫폼과 위치획득 게이트웨이 서버 사이의 통신 부하를 최소화하기 위한 모델을 제시하고 있다. 이 논문에서는 이동통신 네트워크에 존재하는 MPC 서버에 CELL 또는 GPS 위치정보를 획득함에 있어서 거리기반, 그룹기반, 예측기반의 획득 모델을 이용하여 주기적인 획득 시간 간격을 동적으로 조절하여 통신부하를 최소화하는 모델에 대한 논문이다. 이 논문에서는 직접적으로 위치 트리거를 언급하고 있지는 않지만, 서버에서 주기적으로 위치를 획득하여 위치 트리거를 처리함에 있어서 통신 부하를 최소화하는 연구에 관한 것이다.

[1]에서는 GPS 디바이스가 장착된 모바일 단말기의 GPS 위치정보를 서버에서 실시간 트래킹하기 위한 모델을 제시하고 있다. 이 논문에서는 모바일 단말의 GPS 위치정보를 서버에 주기적인 보고를 하지 않더라도 서버에서는 단말기

의 위치를 예측할 수 있는 모델에 관한 것이며, 서버에서는 실시간 단말기의 위치를 트래킹하여 위치 트리거를 처리할 수가 있다. [1]에서는 위치를 보고함에 있어서 포인트 기반, 거리기반, 세그먼트기반으로 설정된 threshold의 값을 넘어설 경우에만 단말-서버의 보고가 발생한다. 도로의 특성에 따라 다르지만 약 80%정도의 보고 회수를 감소시킬 수가 있다.

[9]에서는 위치 트리거를 처리함에 있어서 GPS 디바이스가 임베디드된 모바일 단말기에서 위치 트리거 이벤트를 검출하는 방식에 대한 논문이다. 이 논문에서는 모바일 단말기에 실제 트리거 영역을 저장하고 Autonomous GPS 디바이스를 이용하여 트리거 이벤트를 검출하게 된다. 본 논문의 가장 큰 차이점은 본 논문에서는 Autonomous GPS 디바이스뿐만 아니라 MS-Assisted Mode GPS, MS-Based Mode GPS 디바이스까지 포함이 되며 관련연구에서는 GPS 정보만을 이용하여 위치 트리거 이벤트를 검출함으로써 전력소모가 크지만, 본 연구에서는 멀티레벨 위치 트리거 방식으로 동작하기 때문에 GPS 디바이스로 인하여 소모 되는 전력의 양을 최소화 할 수 있다.

[11]에서는 모바일 단말기에서의 측위 방법에 대해서 연구하였으며, 해당 논문에서는 MS-Assisted Mode GPS와 MS-Based Mode GPS에 대해서 언급하고 있다. MS-Assisted Mode GPS는 해당 디바이스가 임베디드된 모바일 단말기에서 정확한 위치정보를 계산하지 못하고, 이동통신 네트워크의 PDE의 보정 정보를 이용하여 MPC 서버에서 정확한 위치정보를 제공한다. MS-Based Mode GPS는 초기에 PDE로부터 보정정보를 수신 받음으로써 모바일 단말기에서 정확한 GPS 위치정보의 계산이 가능하다. 또한 Autonomous GPS의 경우 모바일 폰에서의 startup time과 심각한 전력소모량 때문에 출시가 되지 않았으나, 최근에 이러한 문제점을 해결함으로써 Autonomous GPS가 임베디드 된 모바일 폰이 출시가 되고 있다.

[10]에서는 이동객체 데이터베이스(Moving Object Database)에서 위치 트리거에 대한 기능을 연구하였으며 Single Moving Object Trigger(SiMOT), Binary Moving Object Trigger(BiMOT)를 지원한다. SiMOT는 정적인 트리거 영역에 대한 이동객체의 진입/이탈 이벤트를 검출하기 위한 모델이고, BiMOT는 트리거 영역이 동적인 객체의 이동점을 중심으로 설정되며 또 다른 이동객체의 진입/이탈 이벤트를 검출하기 위한 모델이다. 해당 논문에서는 모바일 단말기의 위치정보가 반드시 서버의 이동객체 데이터베이스에 보고가 된다는 가정하에 데이터베이스의 트리거 기능을 이용하여 구현하였다. 하지만, 모바일 단말기의 위치정보를 매번 서버로 보고를 한다면 통신 부하로 인한 서버의 심각한 성능 저하를 초래할 것이다. 이에 본 논문에서는 이러한 서버의 부하를 최소화 하기 위해서 위치 트리거 이벤트 검출 기능을 모바일 단말로 분산시켰으며, 본 논문의 MS-Standalone 위치 트리거 모델의 경우 서버와 단말 사이의 주기적인 위치 보고는 발생하지 않는다.

### 3. 위치 트리거 처리 모델

기존의 위치 트리거 처리방식을 포함한 위치 트리거 처리 모델은 <표 1>과 같이 4가지로 분류할 수 있다. 분류의 기준은 트리거 이벤트를 검출하는 주체에 따라서, 그리고 위치 트리거 처리를 위하여 이용하는 위치정보의 종류(CELL or GPS)에 따라서 구분 할 수 있다. 위치정보의 종류는 CELL 위치정보와 GPS 기반 위치정보로 구분을 하며, 본문 이 이후의 GPS 위치정보는 MS-Assisted Mode GPS, MS-Based Mode GPS 그리고 Autonomous GPS 디바이스로부터 획득한 위치정보를 말한다.

Server-Simple LT 모델은 위치서버에서 이동통신 네트워크의 MPC에 CELL 위치정보를 주기적으로 요청함으로써 위치 트리거를 처리하는 모델이다. 주기적인 CELL 위치정보를 획득 한 후, 실제 트리거 영역과 CELL 위치정보를 비교함으로써 트리거 이벤트를 검출하는 모델이다. 이 모델은 가장 간단한 방식이며 기존 시스템에서 구현되어 왔던 방식이다. 위치 획득 모델을[5, 12] 이 모델에 적용함으로써 획득 시간 간격을 동적으로 조절하여 통신 부하를 줄일 수 있도록 확장할 수도 있다.

MS-Simple LT 모델은 모바일 단말기에서 CELL 위치정보를 이용하여 트리거 이벤트를 검출하고 처리하는 모델이다. 위치서버는 실제 트리거 영역에 해당하는 CELL ID 리스트 정보를 추출하여 모바일 단말기로 전송을 한다. 이동통신용 모바일 단말기는 이동중의 음성통화 보장을 위하여 계속적으로 기지국 신호등을 수신하도록 되어 있으며, 수신된 정보 중 기지국 ID를 [3]의 API를 이용하여 추출할 수 있다. 모바일 단말기에 저장되어 있는 CELL ID 리스트 정보와 기지국 신호로부터 추출한 ID 정보를 비교함으로써 트리거 이벤트를 검출하게 된다.

MS-Assisted LT 모델과 MS-Standalone LT 모델은 CELL 및 GPS 위치정보를 이용하여 멀티레벨 방식으로 이벤트를 검출하는 모델이다. 이 두 모델은 정확한 GPS 위치정보를 모바일 단말기에서 계산할 수 있는지 없는지에 따라서 구분된다. MS-Assisted LT 모델에서의 MS-Assisted Mode GPS 디바이스가 임베디드된 모바일 단말기에서는 정확한 GPS 위치정보를 계산할 수가 없고, 대신 이동통신 네트워크의 PDE의 보정정보를 이용하여 MPC에서 계산할 수가 있다. MS-Standalone LT 모델에서의 MS-Based Mode GPS 또는 Autonomous GPS 디바이스가 장착된 모바일 단말기에서는 GPS의 정확한 위치정보를 계산할 수가 있다.

본 논문에서 제시하는 위치 트리거 방식은 MS-Simple

<표 1> 위치 트리거 모델

Location Trigger (LT) Model	Location	Triggering Side
Sever-Simple LT	CELL	Server
MS-Simple LT	CELL	MS
MS-Assisted LT	CELL & GPS	MS, Server
MS-Standalone LT	CELL & GPS	MS

LT 모델과 이를 이용하여 멀티레벨 방식으로 동작하는 MS-Assisted LT 모델 및 MS-Standalone LT 모델이다. 이 두 가지 멀티레벨 위치 트리거 모델에 대해서는 4장에서 자세히 설명하도록 한다.

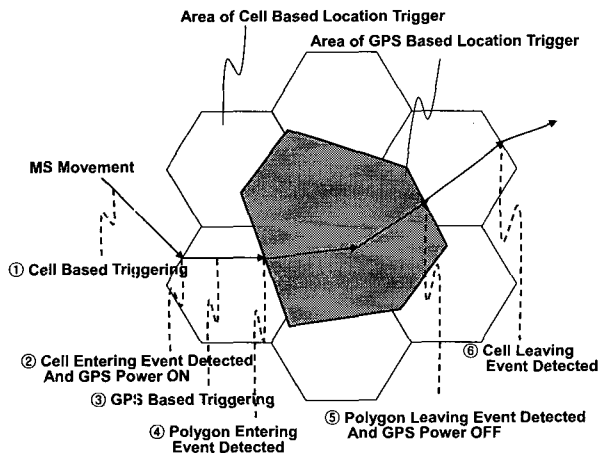
#### 4. 멀티레벨 위치 트리거 처리 기법

4장에서는 본 논문에 제시하는 멀티레벨 위치 트리거 처리 기법에 대해서 자세히 기술하고자 한다. 3장에서 설명한 4가지 위치 트리거 처리 모델 중 MS-Assisted LT 모델 및 MS-Standalone LT 모델이 멀티레벨 위치 트리거링으로 동작한다. 이 두 모델은 MS-Simple LT 모델의 모바일 단말에서 CELL ID를 이용한 트리거 이벤트 처리 기능을 직접적으로 이용하게 된다. 이번 장의 4.1절에서는 멀티레벨 위치 트리거의 개요에 대해서 살펴 볼 것이며, 4.2, 4.3절에서는 MS-Assisted LT, MS-Standalone LT 모델에 대해서 자세히 설명하고 4.4절에서는 멀티레벨 위치 트리거 시스템의 각 엔티티 연동 프로토콜에 대해서 살펴 볼 것이다.

##### 4.1 멀티레벨 위치 트리거 개요

본 논문에서 제시하는 멀티레벨 위치 트리거 방법은 실제 MS-Assisted LT 모델과 MS-Standalone LT 모델의 형태로 구현이 가능하지만 기본적인 개념은 동일 하다. (그림 1)에서는 멀티레벨 위치 트리거 개요를 나타내고 있다.

(그림 1)에서 멀티레벨 위치 트리거의 동작은 CELL기반 위치 트리거 이벤트 검출을 위하여 MS-Simple LT 모델과 동일한 방법으로 위치 트리거링을 수행하게 되고(①), 실제 위치 트리거 영역과 겹치는 CELL 영역에 대한 진입 이벤트를 검출하게 되면 GPS 위치정보를 이용한 트리거 이벤트 검출을 위하여 GPS Power를 On 시킨다(②). GPS 기반 위치 트리거링을 수행하면서(③), 실제 트리거 영역의 진입 이벤트 검출 후(④), 이탈 이벤트가 검출이 되면 GPS Power를 Off 시킨다(⑤). 또한 CELL 기반 위치정보를 이용한 이탈 이벤트를 검출하게 된다(⑥).



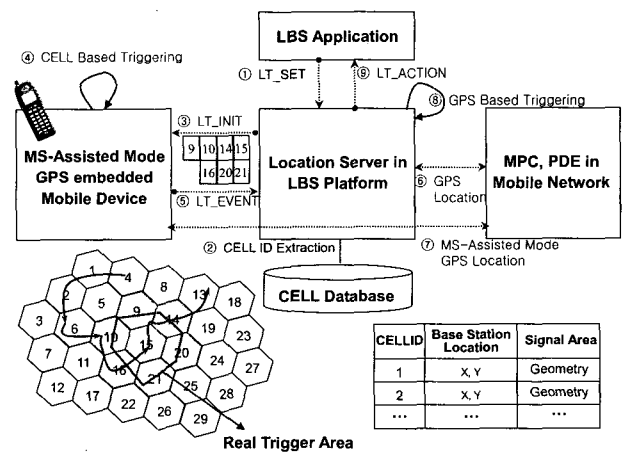
(그림 1) 멀티레벨 위치 트리거 개요

본 논문에서의 멀티레벨 위치 트리거 처리 방식은 다음의 두 가지 장점을 지닌다. 첫째, 트리거 이벤트 검출의 역할을 모바일 단말로 분산시킴으로써 위치서버의 이벤트 검출 부하를 줄이고, 둘째, GPS 위치정보를 획득하기 위하여 소모되는 모바일 단말의 전력 소모량을 최소화 하기 위해서 넓은 영역에 대해서 CELL 기반 트리거 이벤트 검출을 통해 여과 단계를 거친 후, 실제 트리거 영역의 이벤트 검출을 위해서 GPS 디바이스 power on 시킨 후 위치정보를 획득하게 된다.

##### 4.2 MS-Assisted 위치 트리거 모델

MS-Assisted LT 모델은 멀티레벨 위치 트리거 방식으로 동작하며, 모바일 단말 형태는 MS-Assisted Mode GPS 디바이스가 임베디드된 단말기에 해당한다. 멀티레벨 위치 트리거 방식으로 동작하기 위하여 CELL 위치정보와 GPS 위치정보를 획득하여야만 하며, GPS 위치정보의 경우 MS-Assisted Mode GPS 디바이스의 위치정보는 모바일 단말에서 정확한 위치 값을 계산할 수가 없으며 이동통신 네트워크의 PDE (Positioning Determination Equipment)로부터 보정정보를 이용하여 정확한 위치정보를 계산할 수가 있다. 즉, 이동통신 네트워크의 MPC에서 단말기로 GPS 위치정보를 요청한 후 PDE의 보정 정보를 이용하여 정확한 위치의 값을 계산할 수가 있다[12]. 넓은 영역에 해당하는 CELL 기반 위치 트리거링은 모바일 단말기에서 수행을 하게 되며, GPS 기반 위치 트리거링은 위치서버에서 수행하게 된다. MS-Assisted LT 모델에 대한 시스템 흐름은 (그림 2)와 같다.

LBS 응용은 위치서버에 트리거 서비스를 요청한다(LT\_SET). 요청 내용에는 트리거 대상 정보, 이벤트 타입, 트리거 영역, 액션, 서비스 시간 등의 내용이 포함된다. 위치서버는 트리거 영역 정보를 이용하여 CELL 데이터베이스의 CELL ID 정보를 공간연산을 이용해서 추출한 후, 모바일 단말기에 트리거 정보를 전송한다(LT\_INIT). 단말에서는 CELL 기반 위치 트리거를 수행하여 이벤트를 검출 한 후, 결과 정보를 위치서버에 전송한다(LT\_EVENT). 결과 정보에



(그림 2) MS-Assisted 위치 트리거 모델

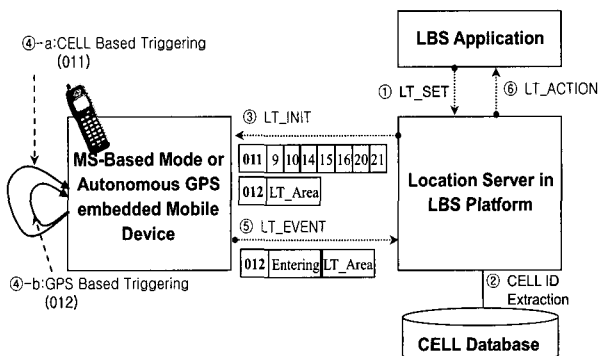
는 이벤트가 발생한 CELL 정보 등을 포함하고 있다. 위치 서버는 GPS 기반의 위치 트리거를 수행하기 위해 이동통신 네트워크의 MPC에 위치정보를 주기적으로 요청하게 되는데, 이때 MPC는 모바일 단말기의 GPS 정보를 수신 받아 PDE의 보정정보를 이용하여 정확한 위치 값을 계산하게 된다. GPS 기반 트리거 이벤트가 검출 되면 미리 정의된 액션을 LBS 응용에 전달한다(LT\_ACTION). (그림 2)의 각 엔티티 사이의 연동 인터페이스에 대해서는 4.4절에서 자세히 살펴 보도록 한다.

### 4.3 MS-Standalone 위치 트리거 모델

MS-Standalone LT 모델은 CELL기반 위치 트리거링과 GPS 기반 위치 트리거링을 모바일 단말에서 모두 수행하게 되며, 모바일 단말 형태는 MS-Based Mode GPS 및 Autonomous GPS 디바이스가 임베디드된 단말기에 해당한다. 이 두 가지 형태의 GPS 디바이스는 MS-Assisted Mode GPS 디바이스와는 달리 모바일 단말에서 정확한 GPS 위치 계산이 가능하다. 즉, GPS 기반 위치 트리거링을 수행하기 위해 단말과 서버 사이의 어떠한 통신도 발생하지 않는다. 멀티레벨 위치 트리거 처리 방식은 단말기에서 CELL 기반 위치 트리거 진입 이벤트가 검출되었을 경우 GPS를 자동 On 시켜서 GPS 기반 위치 트리거 이벤트를 검출한다. 모바일 단말기의 GPS 디바이스의 전력 소모량이 크기 때문에 CELL 수준의 이벤트가 검출 되었을 경우에만 GPS를 On 시키고, 실제 트리거 영역에 대한 조건 이벤트가 발생하였을 경우에는 GPS를 Off 시켜 전력 소모량을 줄일 수가 있다.

(그림 3)은 MS-Standalone 위치 트리거 모델의 시스템에 대한 흐름도를 나타내고 있다. MS-Assisted LT 모델과의 가장 큰 차이점은 위치서버에서 모바일 단말기로 보내는 초기화 정보(LT\_INIT)에 CELL ID 리스트 정보뿐만 아니라 LT\_Area라는 실제 트리거 영역을 함께 보낸다(③). 그리고 모바일 단말기에서는 CELL 기반 트리거 이벤트가 검출 된 후 GPS 기반 트리거링을 직접 수행하게 되며(④-b), 결과 이벤트 정보(LT\_EVENT)에 실제 트리거 영역에 대한 이벤트 결과를 포함한다.

MS-Standalone LT 모델에서, 모바일 단말은 CELL 정보



(그림 3) MS-Standalone 위치 트리거 모델

및 트리거 영역 저장 관리, CELL 기반의 트리거 이벤트 검출, GPS 자동 On/Off, GPS 기반의 트리거 이벤트 검출, 서버와의 통신 등의 역할을 수행한다. 이 중 진입 이벤트 트리거를 처리하기 위한 알고리즘은 아래와 같다.

#### Algorithm MS\_STANDALONE\_LT\_ENTERING (cellIdCollection, area, GPS)

```

1. currentCellId = LOCATION.MET_CELLID; // J2ME location API, static variable
2. for each cellId ∈ cellIdCollection do
3.   if currentCellId == cellId then break; // Entering Cell
4. if currentCellId ≠ cellId then return null;
5. GPS.turnOn();
6. while true do
7.   sleep(); // during GPS receiving data
8.   location = GPS.readData(); // After Map Matching
9.   if area.within(location.x, location.y) then // Geometry Function
10.    GPS.trunOff();
11.    return EVENTTYPE.ENTERING; // Entering Area
12.   if currentCellId ≠ LOCATION.MET_CELLID then // Moving
13.    currentCellId = LOCATION.MET_CELLID;
14.    for each cellId ∈ cellIdCollection do
15.      if currentCellId == cellId then break; // Moving other cell
16.   if currentCellId ≠ cellId then // Leaving Cell
17.    GPS.turnOff();
18.    return EVENTTYPE.LEAVING;
19.end loop

```

End Algorithm MS\_STANDALONE\_LT\_ENTERING

알고리즘의 파라미터인 *CELLIDCollection*은 서버로부터 전송 받은 실제 트리거 영역 *area*에 overlap되는 CELL ID 집합이다. *GPS*는 단말기에 임베디드된 MS-Based Mode GPS 디바이스 또는 Autonomous GPS 디바이스 라이브러리이다. 알고리즘의 1~4 라인은 CELL 기반 진입 이벤트 검출 부분이다. 이동통신 단말기가 현재 수신 받고 있는 CELL의 정보는 [3]의 J2ME Location API를 이용해서 가능하다. 1~4라인에서 CELL 진입 이벤트가 발생하였을 경우 GPS를 On 시킨 후, 6~19라인에서는 GPS 기반의 트리거 이벤트를 검출하게 된다. 이 중, 9~11라인은 트리거 영역에 GPS 위치정보를 이용하여 진입 여부를 판단하는 부분이고, 16~18 라인은 트리거 영역에 진입하지 않고 CELL 영역을 벗어난 경우에 해당하는 부분이다. 실제 트리거 영역에 GPS 위치가 진입하였는지는 라인 9의 *within* 연산[6]을 이용해서 가능하다. 이때, 실제 트리거 영역의 Geometry를 구성하는 포인트 데이터의 개수가 많을 경우, *within* 연산 수행 비용이 증가되어 단말의 부하를 가중시킬 수가 있으므로 *area*를 둘러싸는 MBR(Minimum Bounding Rectangle)을 이용하여 필터링 단계를 수행한 후 정제단계에서 실제 Geometry를 이용한 *within* 연산을 수행하게 된다.

### 4.4 시스템 연동 프로토콜

이번 절에서는 MS-Assisted LT, MS-Standalone LT 모델을 구성하는 각 엔티티 연동과 관련된 프로토콜에 대해서 설명하고자 한다. 실제 구현 측면에서의 통신 프로토콜은 HTTP 또는 TCP/IP를 이용하여 가능하며, 본 논문에서는 메시지 기반의 연동 프로토콜을 XML DTD(Document

```

<ELEMENT LT_SET (MSID+, Event+, Area+, Action, Time)>
<ELEMENT LT_INIT (TriggerID, Event+, (Area?, CellID)+, Action?, Time)>
<ELEMENT LT_EVENT (TriggerID, MSID, Positioning, Event, (AreaID | CellID)+, Time)>
<ELEMENT LT_ACTION (MSID+, (PushSMS | PushMMS)+)>

<!ATTLIST Event (Entering | Leaving | Existing)>
<ELEMENT Area ((AreaID?, (Polygon | LineString | Circle | Box)+)>
<ELEMENT Action (Event, (PushSMS | PushMMS)+)>
<ELEMENT Time (Period | Instant)>
<!ATTLIST Positioning (CELL | MS_ASSISTED_GPS | MS_BASED_GPS | AUTONOMOUS_GPS)>
    
```

(그림 4) 위치 트리거 XML DTD

Type Definition)로 정의하였다. 대표적인 메시지 엘리먼트는 (그림 4)와 같이 LT\_SET, LT\_INIT, LT\_EVENT, LT\_ACTION 4가지로 정의 된다.

LT\_SET은 위치 트리거 응용과 위치서버와의 연동 메시지가, LT\_INIT은 위치서버와 이동통신 단말과의 연동 메시지이다. LT\_EVENT는 단말에서 이벤트가 검출되었을 경우 위치서버로 전송하는 메시지이고, LT\_ACTION은 최종 이벤트가 검출 되었을 경우 위치서버에서 위치 트리거 응용으로 전송하는 메시지이다. Event의 경우 Entering, Leaving, Existing 3가지로 구성되며, Positioning의 경우 측위 방법에 대한 종류를 나타내고 있다. LT\_ACTION은 다양한 서비스가 가능하지만, 본 연구에서는 SMS 전송으로 한정 지었다. (그림 5)는 LT\_SET, LT\_INIT, LT\_EVENT의 샘플 메시지를 나타내고 있다. LT\_SET 메시지는 5명의 MSID에 해당하는 단말기에 대하여 트리거 영역(폴리곤)에 진입 또는 이탈 한 경우 SMS를 전송하라는 트리거 요청 메시지이고, LT\_INIT 메시지에서 트리거 영역에 해당하는 CELL ID는 233, 234에 해당한다. MS-Based Mode GPS 단말기에서 이벤트가 검출되었을 경우 위치서버로 전송하는 LT\_EVENT 메시지는 '0101112222 단말기가 2006년 3월 2일 12:00에 트리거 영역에 진입하였다'는 이벤트 결과 메시지이다. MS-Assisted LT 모델인 경우에는 AreaID가 아닌 CELLID로 LT\_EVENT 메시지가 구성된다. LT\_EVENT 메시지를 수신 받은 위치서버는 SMS VAS에 "Hi 0101112222!" 이라는 SMS 메시지 전송을 요청하게 된다.

<pre> &lt;LT_SET&gt; &lt;MSID&gt;"0101112222"&lt;/MSID&gt; &lt;MSID&gt;"01022223333"&lt;/MSID&gt; &lt;MSID&gt;"01033334444"&lt;/MSID&gt; &lt;MSID&gt;"01044445555"&lt;/MSID&gt; &lt;MSID&gt;"01055556666"&lt;/MSID&gt; &lt;Event&gt;"Entering" &lt;/Event&gt; &lt;Event&gt;"Leaving" &lt;/Event&gt; &lt;Area&gt; &lt;Polygon&gt; &lt;coord&gt; &lt;pos&gt; 100, 100, 100, 200 &lt;/pos&gt; ..... &lt;/coord&gt; &lt;/Polygon&gt; &lt;/Area&gt; &lt;Action&gt; &lt;PushSMS&gt; &lt;Event&gt;"Entering" &lt;/Event&gt; &lt;SMS&gt;"Hi everyone!!" &lt;/SMS&gt; &lt;/PushSMS&gt; &lt;PushSMS&gt; &lt;Event&gt;"Leaving" &lt;/Event&gt; &lt;SMS&gt;"Byell" &lt;/SMS&gt; &lt;/PushSMS&gt; &lt;Action&gt; &lt;Time&gt; &lt;Period&gt;20060301, 20060306&lt;/Period&gt; &lt;/Time&gt; &lt;/LT_SET&gt;                 </pre>	<pre> // MS-STANDALONE LOCATION TRIGGER &lt;LT_INIT&gt; &lt;TriggerID&gt;"001" &lt;/TriggerID&gt; &lt;Event&gt;"Entering" &lt;/Event&gt; &lt;Event&gt;"Leaving" &lt;/Event&gt; &lt;Area&gt; &lt;AreaID&gt;1&lt;/AreaID&gt; &lt;Polygon&gt; &lt;coord&gt; &lt;pos&gt; 100, 100, 100, 200 &lt;/pos&gt; ..... &lt;/coord&gt; &lt;/Polygon&gt; &lt;/Area&gt; &lt;CellID&gt; 233, 244&lt;/CellID&gt; &lt;Time&gt; &lt;Period&gt;20060301, 20060306&lt;/Period&gt; &lt;/Time&gt; &lt;/LT_INIT&gt; &lt;LT_EVENT&gt; &lt;TriggerID&gt;"001" &lt;/TriggerID&gt; &lt;MSID&gt;"0101112222" &lt;/MSID&gt; &lt;Positioning&gt;"MS_BASED_GPS" &lt;/Positioning&gt; &lt;Event&gt;"Entering" &lt;/Event&gt; &lt;AreaID&gt; 1 &lt;/AreaID&gt; &lt;Time&gt; &lt;Instant&gt;200603021200&lt;/Instant&gt; &lt;/Time&gt; &lt;/LT_EVENT&gt;                 </pre>
---	--

(그림 5) 멀티레벨 위치 트리거 메시지 샘플

### 5. 실험

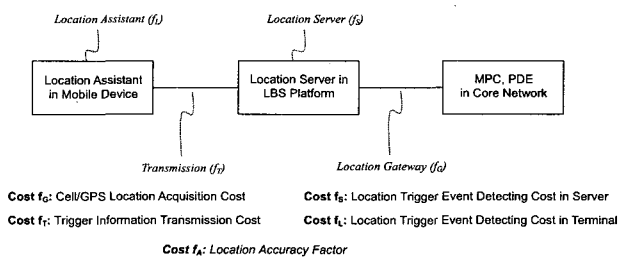
이번 장에서는 3장에서 설명한 멀티레벨 위치 트리거 모델의 테스트베드를 구축하여 실험한 결과에 대해서 설명하고자 한다. 우선, 위치 트리거 모델에 대한 비용 모델에 대해서 우선 살펴 보고, 실험 결과를 비교 분석하고자 한다. (그림 6)은 위치 트리거 시스템 구성에서 주요 비용 항목(cost factor)들을 나타내고 있다.

$F_G$ 는 LBS 플랫폼의 위치서버와 이동통신 네트워크의 측위 정보를 요청/응답하는데 소요되는 비용 항목이다. 실제 이동통신 네트워크로부터 위치정보를 획득하는데 소요되는 시간은 수 초가 소요되며, 측위방식에 따라 다르다. 4가지 위치 트리거 모델 중, 이동통신 네트워크로부터 획득하는 위치정보 형태는, Server-Simple LT 모델의 경우 CELL 기반 위치정보를 주기적으로 획득하게 되고, MS-Assisted LT 모델에서는 MS-Assisted Mode GPS 위치정보를 획득하게 된다. MS-Assisted Mode GPS 정보는 이동통신 네트워크에서 실제 단말로 GPS 정보를 획득한 후, PDE 정보를 이용하여 정확한 위치 값을 계산하여 위치서버로 제공하기 때문에 일반적으로 CELL 기반 위치정보의 획득 비용보다 더 크다. 즉,  $f_G$ : CELL 기반 위치 획득 비용,  $f_G'$ : MS-Assisted Mode GPS 위치 획득 비용인 경우  $Cost(f_G) < Cost(f_G')$ 가 된다.

$F_S$ 는 위치서버에서의 트리거 이벤트 감지 비용이다. Server-Simple LT, MS-Assisted LT 모델에서 이동통신 네트워크로부터 획득한 CELL 또는 GPS 위치정보가 트리거 영역에 진입 또는 이탈하였는지에 대한 공간 연산의 수행 비용이다.

$F_T$ 는 단말에서의 위치 트리거 처리를 위해 위치서버로부터 단말로 정보를 전송하는 비용이다. MS-Simple LT, MS-Assisted Mode LT 모델에서는 트리거 영역에 해당하는 CELL ID 리스트 정보를 전송하고, MS-Standalone LT 모델에서는 CELL ID 리스트 정보와 실제 트리거 영역 Geometry정보를 전송한다. 즉, MS-Standalone LT 모델에서 단말로 보내는 정보의 전송 시간이 더 소요된다.  $f_T$ : CELL ID.집합 전송 비용,  $f_T'$ :  $f_T$  + 트리거 영역 Geometry 정보 전송 비용인 경우,  $Cost(f_T) < Cost(f_T')$ 가 된다.

$F_L$ 은 모바일 단말에서의 Location Assistant 비용이다. Location Assistant 모듈은 모바일 단말에서 CELL ID 리스트 저장 관리, Geometry 저장관리, 트리거 이벤트 검출, 기



(그림 6) 위치 트리거 수행 비용 항목

지국 신호에서 CELL ID 추출 등의 역할을 수행하는 S/W 모듈이다. MS-Simple LT, MS-Assisted LT 모델에서는 CELL 기반 트리거 이벤트를 검출하고, MS-Standalone LT 모델에서는 멀티레벨 트리거 이벤트를 검출하게 된다. 즉,  $f_L$ : CELL 기반 트리거 이벤트 검출 비용,  $f_L'$ : 멀티레벨 트리거 이벤트 검출 비용인 경우  $Cost(f_L) < Cost(f_L')$ 가 된다.

이러한 비용 항목 이외에 위치 정확도 또한 중요한 항목이 될 수 있다. Server-Simple LT, MS-Simple LT 모델의 경우 CELL 기반 측위 기법을 이용하지만 Server-Simple LT 모델의 경우 이동통신 네트워크에서 다양한 부가 정보를 이용한 측위 기법이 가능하기 때문에 MS-Simple LT 모델과 같이 이동통신 네트워크의 기지국 신호만을 이용한 CELL 정보 보다는 위치 정확도가 더 높다. MS-Assisted LT, MS-Standalone LT 모델의 GPS기반의 측위인 경우에는 CELL 기반의 측위에 비해 정확도가 상당히 높다[2]. 즉,  $f_A$ : 이동통신 네트워크 CELL 측위 정확도,  $f_A'$ : 단말이 속한 신호영역의 CELL ID,  $f_A''$ : GPS 정확도인 경우 정확도는  $f_A' < f_A < f_A''$ 가 되며, 정규화에 의해  $Normalization(f_A'') < Normalization(f_A) < Normalization(f_A')$ 가 된다. 최종적으로 위치 트리거 각 모델에 해당하는 비용은 아래와 같다.

$$\begin{aligned}
 Cost(LT_{Server-Simple}) &= Cost(f_G) + Cost(f_S) + Normalization(f_A) \\
 Cost(LT_{MS-Simple}) &= Cost(f_T) + Cost(f_L) + Normalization(f_A) \\
 Cost(LT_{MS-Assisted}) &= Cost(f_T) + Cost(f_L) + Cost(f_G) + Cost(f_S) + Normalization(f_A) \\
 Cost(LT_{MS-Standalone}) &= Cost(f_T) + Cost(f_L) + Normalization(f_A)
 \end{aligned}$$

본 논문에서는 실험을 위해 구축한 테스트베드의 실험 데이터는 이동객체 생성기[8]를 이용하여 데이터를 생성하였다. 이동객체의 개수는 25개~200개이며 8시간 동안의 궤적 데이터를 생성하였으며 궤적의 이동 반경은 약 20km이다. 위치 트리거 영역 Geometry는 20개의 고정 폴리곤으로 생성하였으며 반경은 약 1km이며, 기지국 CELL의 크기는 반경 500m로 가상데이터를 생성하였다. 비용 항목  $f_G$ 의 측정에는 MPC 시뮬레이터를 구현하였으며 LBS 플랫폼의 위치서버와 웹 서비스로 연동하여 이동객체의 위치 요청/응답 시간으로 측정하였다. 비용 항목  $f_S$ 는 위치 획득 후 이동객체의 트리거 영역 진입/이탈 이벤트 검출 연산 시간으로 측정하였으며, 비용 항목  $f_T$ 는 단말로 트리거 정보(CELL ID 리스트 / Geometry)를 전송하는 시간으로 측정하였다. 비용 항목  $f_L$ 은 단말에서의 CELL ID 비교 연산 및 Geometry 공간연산 수행 시간으로 측정하였다. 여기서 모바일 단말은 PDA에서 CDMA kit, Autonomous GPS 디바이스를 이용하여 J2ME로 Location Assistant 모듈을 개발하였으며, 실제 테스트는 단말 에뮬레이터를 이용하여 테스트를 수행하였다. MS-Assisted Mode GPS의 경우 위치서버와 MPC간의  $f_G$ 에 해당하는 부분이므로 앞서 설명한 바와 같이 MPC 시뮬레이터를 구현하여 테스트 하였다.

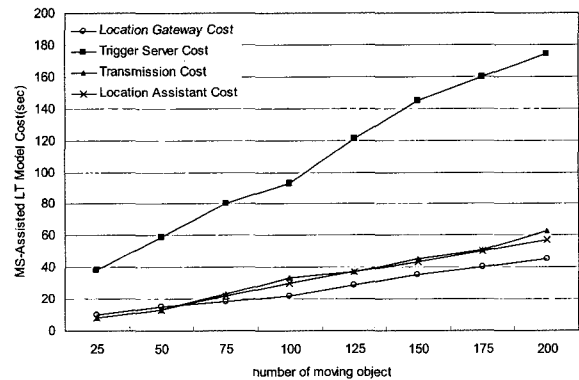
테스트의 수행은 본 논문에서 제시하는 멀티레벨 위치 트리거 방식으로 동작하는 MS-Assisted LT 모델과 MS-

Standalone LT 모델에 대한 각각의 비용 항목을 테스트를 하였고, 4가지 모델의 공통 비용 항목을 포함하고 있는 모델들에 대해서 테스트하였다. 마지막으로 4가지 모델의 전체 비용에 대해서 테스트 하였다. 다시 정리하면

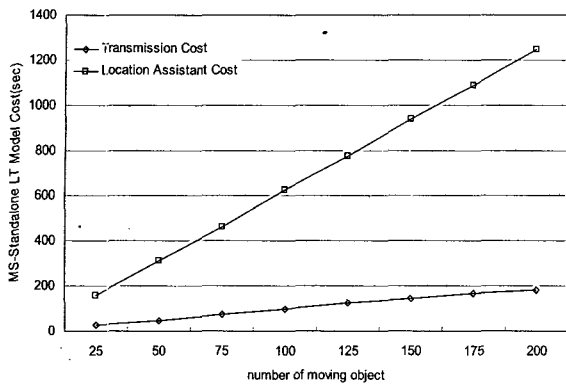
(그림 7) MS-Assisted LT 모델 비용 항목 측정, (그림 8) MS-Standalone LT 모델 비용 항목 측정, (그림 9) MS-Simple LT, MS-Assisted LT 모델 vs. MS-Standalone LT 모델의 공통 비용 항목 측정, (그림 10) Server-Simple LT 모델 vs. MS-Assisted LT 모델의 공통 비용 항목 측정, (그림 11) 4가지 모델 전체 비용 측정과 같다.

(그림 7)은 멀티레벨 위치 트리거 중 MS-Assisted LT 모델의 비용 항목을 측정한 그래프이다. 이후에 설명되는 모든 그래프의 X 축은 위치 트리거를 처리하기 위한 대상 이동객체의 개수이고 Y축은 각 비용 항목이 수행하는데 소요되는 시간(sec)을 나타낸다. 여기서의 소요 시간은 전체 프로세스를 8시간동안 지속적으로 구동시키면서 측정된 시간이다. MS-Assisted LT 모델의 비용 항목은 MS-Assisted Mode GPS 위치정보를 획득하기 위한 Location Gateway 비용( $f_G$ ), GPS 정보를 이용하여 트리거 이벤트 검출을 위한 Trigger Server 비용( $f_S$ ), 모바일 단말로 CELL ID 리스트 전송 비용( $f_T$ ) 그리고 단말에서 CELL ID 정보와 기지국 신호를 이용하여 기지국 ID를 추출하여 CELL 기반 트리거 이벤트를 검출하는 Location Assistant 비용( $f_L$ )으로 구성된다. MS-Assisted LT 모델은 CELL 기반 이벤트를 검출한 후에 서버에서 GPS 기반 이벤트를 검출함에도 불구하고 서버의 이벤트 검출 비용이 가장 큰 것을 알 수 있다. 이는 이동객체의 개수가 증가할수록 Trigger Server에서 쓰레드(Thread)를 이용한 동시 공간 연산 수행의 비용이 크게 증가하기 때문이다.

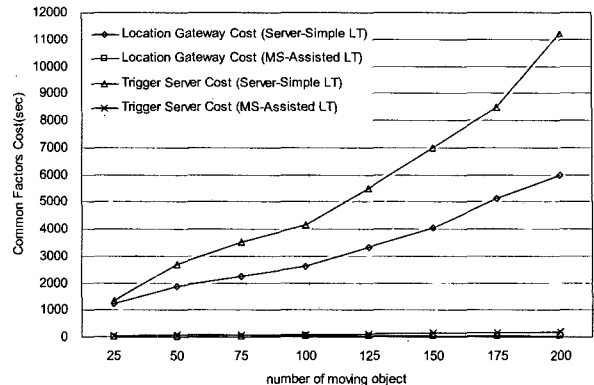
(그림 8)은 멀티레벨 위치 트리거 중 MS-Standalone LT 모델의 비용 항목인 Transmission 비용과 Location Assistant 비용을 측정된 그래프이다. Transmission 비용은 위치서버에서 모바일 단말로 CELL ID 리스트 및 Geometry 정보의 전송 비용( $f_T$ )에 해당하고, Location Assistant 비용은 모바일 단말에서 CELL 기반 이벤트 검출 및 GPS 기반 이벤트 검출 비용( $f_L$ )에 해당된다. MS-Standalone LT 모델



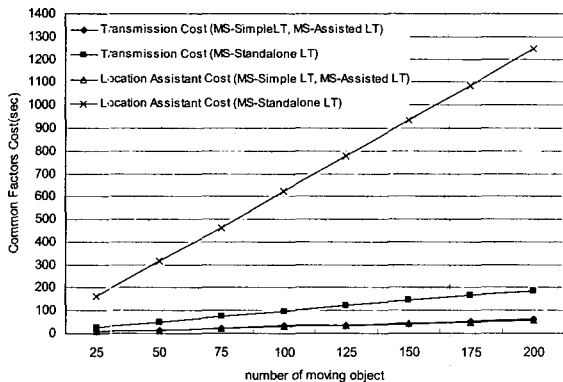
(그림 7) MS-Assisted LT 모델 비용 항목 측정



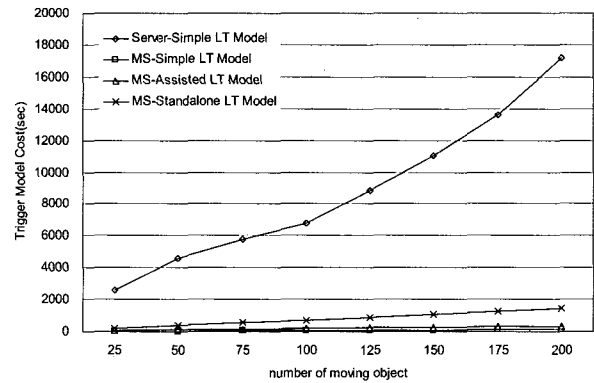
(그림 8) MS-Standalone LT 모델 비용 항목 측정



(그림 10) Server-Simple LT vs. MS-Assisted LT 모델 공통 비용 항목 측정



(그림 9) MS-Simple LT, MS-Assisted LT 모델 vs. MS-Standalone LT 모델 공통 비용 항목 측정



(그림 11) 위치 트리거 모델 수행 비용 측정

에서의 Location Assistant 모듈은 MS-Assisted LT 모델의 Location Assistant 모듈의 역할 이외에 GPS 정보와 폴리곤을 이용한 공간연산 수행 및 GPS 디바이스 Power 제어 등의 역할까지 수행하게 된다.

(그림 9)는 MS-Simple LT, MS-Assisted LT 모델과 MS-Standalone LT 모델의 공통 비용 항목인 Transmission 비용 및 Location Assistant 비용의 비교 그래프이다. MS-Simple LT 모델과 MS-Assisted LT 모델의 Transmission 비용( $f_T$ )은 CELL ID 리스트를 전송하는 비용으로 동일하며 MS-Standalone LT 모델의 Transmission 비용( $f_T$ )은 여기에 실제 트리거 영역인 Geometry 정보 전송 비용까지 포함된다. 따라서 MS-Standalone LT 모델의 Transmission 비용이 더 큼을 알 수가 있다. Location Assistant 비용의 경우도 마찬가지로 MS-Simple LT 모델과 MS-Assisted LT 모델에서는 동일하다. 즉, CELL ID 리스트와 기지국 신호 중 기지국 ID를 추출하여 CELL 기반 트리거 이벤트 검출 및 CELL ID 리스트 정보관리 등의 비용( $f_L$ )이다. MS-Standalone LT 모델의 Location Assistant 비용( $f_L$ )은 CELL 기반 트리거 이벤트 검출뿐만 아니라 GPS 정보와 폴리곤을 이용한 공간연산 수행 및 GPS 디바이스 Power 제어 등의 역할을 수행하기 때문에 비용이 훨씬 큼을 그래프에서 알 수가 있다.

(그림 10)은 Server-Simple LT와 MS-Assisted LT 모델

의 공통 비용 항목인 Location Gateway 비용과 Trigger Server 비용을 비교한 그래프이다. Server-Simple LT 모델의 Location Gateway 비용은 MPC에 CELL 기반 위치를 주기적으로 획득하는데 소요되는 비용( $f_G$ )이고 MS-Assisted LT 모델에서는 MS-Assisted Mode GPS 위치정보를 주기적으로 획득하는데 소요되는 비용( $f_G$ )이다. MS-Assisted LT 모델의 경우 이동통신 네트워크의 PDE가 모바일 단말의 MS-Assisted Mode GPS 위치정보를 주기적으로 획득해야 하므로 Server-Simple LT 모델에 비해 비용이 크지만 일차적으로 모바일 단말에서 CELL 기반 트리거 이벤트를 검출한 후 위치서버에서 GPS 위치정보를 획득하기 때문에 회수가 현저히 줄어 비용이 적음을 그래프에서 알 수가 있다.

Server-Simple LT의 Trigger Server 비용은 위치서버에서 Geometry 관리 CELL 기반 트리거 이벤트 검출에 소요되는 비용( $f_S$ )이고 MS-Assisted LT 모델에서는 일차적으로 모바일 단말에서 CELL 기반 트리거 이벤트를 검출한 후 위치서버에서 GPS 기반 이벤트를 검출하기 때문에 상대적으로 비용이 상당히 적음을 그래프에서 알 수가 있다.

(그림 11)는 위치 트리거 4가지 모델의 트리거 수행 비용을 평가한 그래프이다. Server-Simple LT 모델의 경우 위치서버에서 위치 트리거를 수행하기 때문에 부가가 크다. 이유는 멀티레벨로 수행하지 않고 모든 이벤트 검출을 위한 공간 연산을 위치서버에서 수행하기 때문이다. 트리거 요청



〈표 2〉 위치 트리거 모델 실험 결과 요약

LT Model	Location Gateway Load	Trigger Server Load	Transmission Load	Location Assistant Load	Location Accuracy
Server-Simple	Bad	Bad	Good	Good	Normal
MS-Simple	Good	Good	Normal	Normal	Bad
MS-Assisted	Normal	Normal	Normal	Normal	Good
MS-Standalone	Good	Good	Bad	Bad	Good

이 많아지면 많아질수록 서버의 부하는 심각해지게 된다. 반대로 MS-Standalone LT 모델의 경우 모든 이벤트 검출을 멀티레벨 단계로 모바일 단말에서 수행하기 때문에 모든 단말의 비용의 합은 Server-Simple LT 모델에 비해 훨씬 적지만, 두 번째로 비용이 큼을 그래프에서 알 수가 있다.

지금까지의 실험은 각 위치 트리거 모델별로 계량적인 수치를 이용하여 실험을 하였으나, 위치정확도 및 신뢰도 등의 항목이 빠져 있기 때문에 비용이 가장 적은 모델이 가장 우수하다고는 평가 할 수 없다. 또한 실제 환경이 아닌 테스트베드 환경에서 수행 하였기 때문에 실험결과에서 어느 정도 차이는 발생할 수가 있다. 공통 비용 항목에 대한 비교인 경우에는 계량적인 평가결과가 의미가 있지만 (그림 11)과 같은 전체 트리거 모델별 실험 결과 평가에는 실제와는 차이가 다소 날 수가 있다. 하지만 모든 트리거 이벤트 검출 역할을 서버에서 수행하기 보다는 단말로 분산시키고, GPS 위치정보를 이용한 트리거링을 함에 있어서 멀티레벨로 수행하는 방법이 모바일 단말의 전력소모량을 감소시키고 더욱더 효과적으로 위치 트리거링을 수행함은 확실하다. 따라서, 위치 트리거 모델의 비계량적인 실험 결과의 요약은 (표 2)와 같다. 각 비용 항목에 대한 Good, Normal, Bad로 구분하여 정리를 하였다. MS-Standalone LT 모델의 경우에는 위치정확도가 가장 높고 Location Gateway, Trigger Server 부하가 가장 적은 반면, Transmission, Location Assistant 부하는 가장 높다. Server-Simple LT 모델의 경우에는 Location Gateway, Trigger Server의 부하가 심한 반면 Transmission, Location Assistant 부하는 전혀 존재하지 않는다.

## 6. 결 론

위치 트리거 서비스는 LBS의 핵심 서비스 중 하나이며, 다양한 방법으로 구현이 가능하다. 지금까지 위치 트리거의 기능 구현은 이동통신 네트워크 또는 LBS 플랫폼 서버 기반으로 구현되어 왔다. 즉, 주기적으로 CELL 또는 GPS 위치정보를 이동통신 네트워크의 서버에 요청한 후, 트리거 이벤트를 검출하는 방식으로 제공되어 왔다. 이러한 방식은 트리거 서비스 요청이 많아질수록 서버의 성능이 저하되어 위치 트리거 서비스를 효과적으로 처리할 수가 없다. 이에 본 논문에서 제시하는 위치 트리거 처리 방법은 첫 번째로, 서버의 부하를 최소화 하기 위해 트리거 이벤트 검출의 역할을 모바일 단말로 분산 시키고, 두 번째로, GPS 기반 위

치 트리거링을 수행함에 있어서 주기적인 GPS 위치정보를 추출하여 이용하는 것이 아니라, 비교적 비용이 적은 CELL 기반 위치 트리거링을 우선 수행한 후 GPS 디바이스의 위치정보를 이용하여 세밀한 지역에 대한 위치 트리거링을 수행하기 때문에 모바일 단말의 전력 소모량을 최소화 하여 효과적으로 위치 트리거링을 처리할 수가 있다.

본 논문에서는 위치 트리거 모델을 크게 4가지로 분류하였다. Server-Simple LT 모델은 기존에 가장 널리 사용되는 방식이며 서버 중심의 위치 트리거링을 처리하는 모델이다. 이 모델의 단점을 극복하기 위한 모델이 나머지 3가지 모델에 해당한다. MS-Simple LT 모델은 모바일 단말에서 기지국 신호의 정보를 이용하여 CELL 기반 위치 트리거링을 처리할 수 있으나, 단순한 CELL ID 정보만을 사용하기 때문에 위치 정확도나 신뢰도 측면에서 효과적이지 못하다. MS-Assisted LT 모델과 MS-Standalone LT 모델은 앞의 두 모델의 단점을 극복할 수 있는 모델로서 멀티레벨 위치 트리거 방식으로 동작한다. MS-Assisted LT 모델의 경우 MS-Simple LT 모델처럼 일차적으로 CELL 기반 위치 트리거링을 모바일 단말에서 수행을 하고 MS-Assisted Mode GPS 위치정보를 이용한 트리거링은 서버에서 수행하게 된다. MS-Standalone LT 모델의 경우 멀티레벨의 수행은 모바일 단말에서 수행을 하게 되며 MS-Based Mode GPS, Autonomous GPS 위치정보를 이용하여 모바일 단말에서 위치 트리거링을 수행한다. 이때, 멀티레벨로 동작하기 때문에 단지 GPS 정보만을 이용한 트리거링에 비해 GPS 디바이스로부터 야기되는 모바일 단말의 전력 소모량을 최소화 할 수 있는 장점을 지니고 있다. 본 논문에서 제시하는 위치 트리거 처리방법의 성능을 평가하기 위하여 테스트베드를 구축하여 실험을 하였으며 서버중심의 위치 트리거 방식에 비해 멀티레벨로 동작하는 위치 트리거 처리 방식이 더욱더 효과적임을 알 수가 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] Alminas Civilis, Christian S. Jensen, Stardas Pakalnis, "Techniques for Efficient Road-Network-Based Tracking of Moving Objects," IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol.17, No.5, pp.698-712, 2005.
- [2] Isaac K Adusei, Kyamakya, Klaus Jobmann, "Mobile Positioning Technologies in Cellular Networks: An Evaluation of their Performance Metrics," in Proc. MILCOM 2002, Vol.2, Oct., pp.1239-1244, 2002.
- [3] Java Community Process (JCP), "JSR-179 Location API for Java™ 2 Micro Edition version 1.0," 2003, <http://www.jcp.org>
- [4] Jonathan P. Munson, Vineet K. Gupta "Location-Based Notification as a General-Purpose Service," proceedings of the 2nd international workshop on Mobile commerce, 2002.
- [5] Kyoung-Wook Min, Jong-Hyun Park, "Techniques for

Acquisition of Moving Object Location in LBS,” Proceedings of FIG Conference, pp.1-14, 2003.

- [6] OpenGIS Consortium, Inc., “The OpenGIS Simple Feature Specification for OLE/COM Revision 1.1,” 1999.
- [7] Open Mobile Alliance, “Mobile Location Protocol 3.2”, 2005, <http://www.opnmobilealliance.org>.
- [8] Thomas Brinkhoff, “Generating Traffic Data,” IEEE Data Engineering Bulletin, Vol.26, No.2, pp.19-25, 2003.
- [9] Xiaoyan CHEN, Ying CHEN, Frangyan RAO, “An Efficient Spatial Publish/Subscribe System for Intelligent Location-Based Services,” Proceedings of the 2nd international workshop on Distributed event-based systems, pp.1-6, 2003.
- [10] Ying Chen, Fangyan Rao, Xiulan Yu, Dong Liu, “CAMEL: A Moving Object Database Approach for Intelligent Location Aware Services,” Proceedings of International Conference on Mobile Data Management, pp.331-334, 2003.
- [11] Y. Zhac, “Mobile Phone Location Determination and Its Impact on Intelligent Transportation Systems,” IEEE Trans. Intell. Trans. Sys., Vol.1, No.1, Mar., pp.55-67, 2000.
- [12] 3GPP2, “X.S0002-0 version 1.0 TIA/EIA-41-D Location Services Enhancements”, 2004, <http://www.3GPP2.org>
- [13] 민경욱, 조대수, “위치기반 서비스(LBS)를 위한 이동체 위치 획득 기법”, 정보처리학회 논문지, 제10권 제6호, pp.885-896, 2003.
- [14] 민경욱, 한은영, 김광수, “LBS를 위한 개방형 서비스 플랫폼의 설계 및 구현”, 정보처리학회 논문지, 제11권 제5호, pp.1247-1258, 2000.



**민 경 욱**

e-mail : kwmin92@etri.re.kr  
1996년 부산대학교 전자계산학과(학사)  
1998년 부산대학교 전자계산학과(석사)  
2001년~현재 ETRI 텔레매틱스·USN  
연구단 선임연구원  
관심분야 : LBS, MODB, Telematics



**김 도 현**

e-mail : dohyun@etri.re.kr  
1995년 부산대학교 전자계산학과(학사)  
1997년 부산대학교 전자계산학과(석사)  
2005년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과  
박사과정  
2000년~현재 ETRI 텔레매틱스 USN  
연구단 선임연구원

관심분야 : LBS, Telematics, USN



**남 광 우**

e-mail : kwnam@kunsan.ac.kr  
1995년 충북대학교 전자계산학과(학사)  
1997년 충북대학교 전자계산학과(석사)  
2001년 충북대학교 전자계산학과(박사)  
2001년~2004년 ETRI 텔레매틱스·USN  
연구단 선임연구원

2004년~현재 군산대학교 교수

관심분야 : LBS, MODB, GIS, Telematics



**김 주 완**

e-mail : juwan@etri.re.kr  
1993년 부산대학교 컴퓨터공학과(학사)  
1995년 부산대학교 컴퓨터공학과(석사)  
2004년 충남대학교 전자계산학과(박사)  
1993년~현재 ETRI 텔레매틱스·USN  
연구단 팀장

관심분야 : LBS, MODB, Telematics