



## 기지국 위치정보와 GPS 모듈을 이용한 능동형 위치획득 단말 연구

A Study on the Active Location Acquisition Terminal Using Base-station Location Information and GPS Module

---

저자 (Authors)	하승일, 이현재, 오창현 Seung-Il Ha, Hyun-Jae Lee, Chang-Heon Oh
출처 (Source)	<a href="#">한국디지털콘텐츠학회 논문지 9(3)</a> , 2008.09, 483-490 (8 pages) <a href="#">Journal of Digital Contents Society 9(3)</a> , 2008.09, 483-490 (8 pages)
발행처 (Publisher)	<a href="#">한국디지털콘텐츠학회</a> Digital Contents Society
URL	<a href="http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE02270882">http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE02270882</a>
APA Style	하승일, 이현재, 오창현 (2008). 기지국 위치정보와 GPS 모듈을 이용한 능동형 위치획득 단말 연구. 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 9(3), 483-490.
이용정보 (Accessed)	한국산업기술대학교 210.93.48.*** 2018/10/30 15:42 (KST)

---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

## 기지국 위치정보와 GPS 모듈을 이용한 능동형 위치획득 단말 연구

하승일\*, 이현재\*\*, 오창현\*\*\*

### 요 약

본 논문에서는 위치기반 서비스 인프라 구축에 필요한 능동형 위치획득 단말을 제안하고 실제 사용 환경에서 성능을 분석하였다. 제안하는 능동형 위치획득 단말은 GPS 모듈과 CDMA 모듈이 결합된 복합 단말 형태로서 위성 GPS 신호를 이용한 독자적 위치정보 획득이 가능하며, GPS 음영 지역에서는 기지국 좌표 정보를 이용하여 사용자 위치를 결정할 수 있다. 이것은 기존 A-GPS 방식과 구별되는 독자적 위치획득 기법이다. 또한, 음영지역에서 위치획득이 어려웠던 GPS 방식의 단점을 보완할 수 있다. 수행한 실험 결과를 통해 본 논문에서 제안하는 능동형 위치획득 단말이 위치 기반 서비스에서 요구하는 독자적인 위치획득 능력, 위치정보 획득의 연속성 및 위치 정보의 보안성 유지 등의 조건에 적합하다는 것을 확인하였다.

## A Study on the Active Location Acquisition Terminal Using Base-station Location Information and GPS Module

Seung-Il Ha\*, Hyun-Jae Lee\*\*, Chang-Heon Oh\*\*\*

### Abstract

In this paper, we propose an active location acquisition terminal needing to construct an infrastructure based on a LBS and analyze the performance in real field. The proposed terminal is compounded with a GPS module and a CDMA module, so it can get the location information independently using satellite GPS signal and the proposed terminal can decide a user location with the location information of a base station in satellite GPS shadowed area. This is the distinguishable location acquisition method from the conventional A-GPS, and it complements a disadvantage of the conventional GPS. From these results, we can confirm that the proposed active location acquisition terminal is suitable to the requirements for the LBS which are the independent location acquisition ability, the continuity in the location information acquisition and the maintenance in the location information security.

**Keywords :** 위치기반 서비스, 능동형 위치획득, 위치추정, GPS, A-GPS

### 1. 서론

최근 급속한 인터넷 및 이동통신 기술의 발전에 따라 사용자 중심 서비스의 다양성 및 확장성이 증대되고 있다. 특히 높은 수준의 연산능력

과 다양한 네트워크와 인터페이스 할 수 있는 다기능·지능형 개인 휴대 단말의 확산을 바탕으로 유비쿼터스 사회를 향한 다양한 연구가 진행되고 있다. 이와 같은 경향 중에서도 위치기반서비스(LBS : Location-Based Service)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. LBS란 사용자의 위치 및 지리 정보를 활용해 다른 형태의 정보와 실시간으로 결합하여 사용자가 필요로 하는 다양한 서비스를 제공하는 것을 의미한다[1]. LBS는 그 효용성이 입증되면서 교통, 치안 등 공공부문까지 널리 활용되고 있다[2].

LBS를 구성하는 요소 기술은 크게 위치를 결

※ 제1저자(First Author) : 하승일

접수일자:2008년08월11일, 심사완료:2008년09월05일

\* 한국기술교육대학교 대학원 정보통신공학전공

siha@unitel.co.kr

\*\* 조아텔레콤(주) 연구소

\*\*\* 한국기술교육대학교

정하기 위한 위치 결정 기술(LDT : Location Determination Technology), 위치데이터 관리를 위한 LBS 기반기술 그리고 서비스를 제공하기 위한 LBS 응용기술로 구분할 수 있다. 요소 기술 중에서도 공간적, 시간적 단절 없이 사용자 위치정보를 독자적으로 획득 가능하고 보안성이 높은 위치 결정 기술은 LBS에서 요구되는 핵심적인 기술이라 할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 다양한 LDT의 요구사항을 충족시키기 위해 위성 GPS 모듈과 CDMA 모듈을 결합한 복합 단말 구조를 갖는 능동형 위치획득 단말을 제안하고 실제 사용 환경에서 성능을 분석하였다. GPS 모듈은 실외 환경에서 위치 정보의 정밀도 향상과 독립적 위치정보 획득을 위해 사용되었다. CDMA 모듈은 GPS 신호 음영 지역에서 기지국 정보를 이용한 사용자 위치 정보의 결정과 네트워크 인터페이스 역할을 위해 사용되었다. 사용자 위치 결정은 단말에서 수신된 주변 기지국 정보와 GPS 데이터를 갖고 네트워크에서 사용자 위치를 결정하는 A-GPS 방식과 달리 사용자 단말이 등록된(registration) 기지국 좌표 값을 사용자 단말의 위치로 매핑 하는 방식이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 기존 LDT에 대해 개괄적으로 살펴본다. 3장에서는 제안하는 능동형 위치획득 단말의 구조와 위치 획득 알고리즘을 설명한다. 4장에서는 실제 사용자 환경에서 시험한 결과를 분석한다. 5장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

## 2. 위치 결정 기술

기존 위치 결정 방식 (LDT)은 크게 GPS 위성 정보를 이용하는 단말기 기반 (handset based) 방식과 이동통신망을 이용하는 네트워크 기반 (network based) 방식, 이들을 혼합하여 사용하는 혼합(hybrid) 방식으로 분류할 수 있다 [3]. 네트워크기반 위치추적 방식은 cell의 크기에 의해 오차범위가 결정되는 단점과 단말이 자체적으로 위치정보를 획득할 수 없다는 단점을 갖는다. 단말기 기반 방식은 음영지역에서 위치 획득이 불가능한 단점이 있다. 두 방식의 단점을 보완하기 위해 혼합 방식이 연구되었지만 여전

히 단말 독자적인 위치 획득이 불가능하다는 단점이 존재한다[4]. 본 장에서는 이와 같은 LDT에 대해 개괄적으로 기술한다.

### 2.1. Network-based LDT

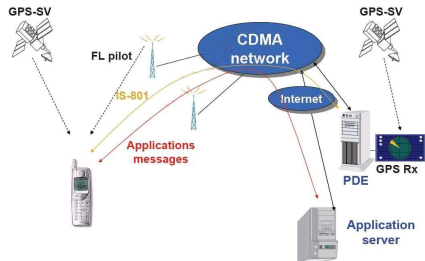
네트워크기반 LDT는 Cell-ID, Enhanced Cell-ID, AOA, TOA, TDOA 등의 위치 추적 기술이 사용되고 있다. 이와 같은 방식들은 단말기와 주변(neighbor) 기지국 사이에 음성 및 데이터 통신을 위해 주고받는 제어신호 및 PN code 시간 offset 값을 이용하여 사용자 단말의 위치를 추정한다[5][6]. Cell-ID 기술은 가장 단순한 네트워크기반의 위치 측위 기술로서 이용자가 속한 기지국의 Cell-ID를 통해 이용자의 위치를 파악하는 장점이 있으나 정확도는 떨어진다. 따라서 고객의 위치를 정확히 파악해야 하는 분야에서의 위치기반 서비스로는 적합하지 않다. Enhanced Cell-ID 방식은 Cell-ID 방식에 기지국과 단말기 사이의 거리 정보를 추가하여 정확도를 개선한 방법이다.

### 2.2. Handset-based LDT: GPS

GPS 위성을 이용한 위치추적 기술은 최소 위성 3대로 삼각측량법을 적용하여 위치를 측위할 수 있다는 발상에서 시작하였다. GPS 위성을 이용한 기술은 위치 정보의 정밀도는 우수하지만 음영 지역에서는 위치 정보를 획득할 수 없다는 단점이 있으며, 네트워크와의 인터페이스가 불가능하다는 단점이 있다.

### 2.3. 혼합 LDT : A-GPS

혼합방식은 단말기 기반의 GPS 방식이 갖고 있는 공간상의 한계와 네트워크 기반 LDT의 낮은 정밀도 문제를 극복하기 위해 각각의 기술을 혼합한 방식이다. 대표적인 예는 A-GPS (Assisted-GPS) 기술로 퀄컴의 gpsOne 역시 이 기술과 맥락을 같이 한다[7]. A-GPS 방식은 GPS 위성 정보와 이동통신망에서 획득되는 신호 정보를 네트워크 내에 위치한 PDE (position determination entity)에 보내고 PDE에서는 단말기에서 전송된 정보와 기지국에서 생성된 정보를 혼합하여 단말기 위치를 계산하여 사용자 단말기로 재전송하는 방법이다. (그림 1)에 그 구성과 위치 정보 흐름도를 나타내었다[7].



(그림 1) A-GPS 시스템 구성 및 위치 측위 흐름도

A-GPS 방식은 개인 위치정보를 공용 망과 서버를 사용하여 처리하고 단말기에 송신하기 때문에 보안 문제를 야기할 수 있다는 점, 네트워크의 PDE 지원이 없으면 사용자 단말이 독자적으로 위치정보를 획득할 수 없다는 점, 고속 이동 중인 경우 사용자 단말이 위치 정보를 위해 데이터를 수집하여 송신한 시점과 계산된 위치정보를 수신한 시점이 서로 달라 위치편차가 생길 수 있다는 점, 잦은 위치정보 획득 요청으로 인해 네트워크의 부하가 증가된다는 점 등의 단점들이 존재한다.

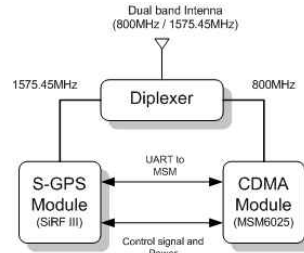
### 3. 능동형 위치획득 단말

본 장에서 제안하는 능동형 위치획득 단말의 물리적 구조와 능동형 위치획득 방법에 대하여 기술한다.

#### 3.1. 능동형 위치획득 단말의 물리적 구조

본 논문에서 제안하는 능동형 위치획득 단말의 구조를 (그림 2)에 나타내었다. 제안하는 단말은 크게 MSM6025를 기반으로 하는 CDMA module과 SiRF III 기반의 GPS 모듈로 구분할 수 있다. 기능적으로 master 모듈은 CDMA 모듈이 되고 slave 모듈은 GPS 모듈이 된다. GPS 모듈의 주 역할은 수신된 위성 정보로부터 사용자 단말의 위치를 계산하여 CDMA 모듈로 송신하는 것이다. 기존 A-GPS 단말도 위성 GPS 정보를 수신하지만 수신된 정보를 이용해 직접 단말의 위치를 계산할 수는 없다. 이 점이 A-GPS 단말과 제안하는 단말이 구별되는 차이점 중의 하나이다. GPS 모듈에서 CDMA 모듈로 전

송되는 정보는 NMEA (national marine electronics association) 0183의 형태로 단말의 위치 정보 (경도, 위도, 고도) 뿐만 아니라 fix mode (2D, 3D 또는 not fix), HDOP (horizontal dilution of precision), PDOP (position dilution of precision) 등의 부가 정보도 포함된다[8][9].

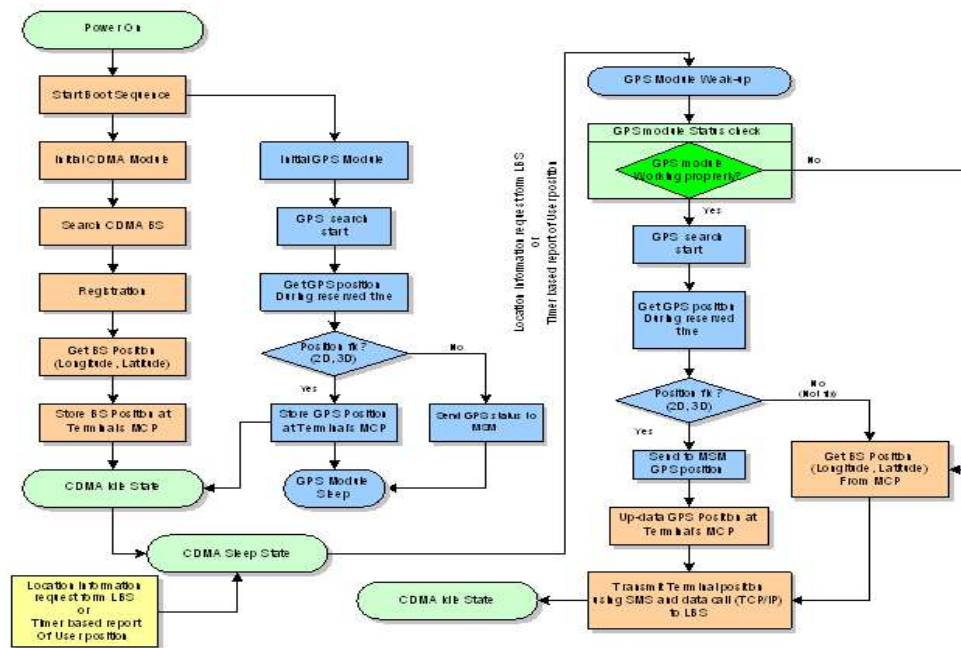


(그림 2) 능동형 위치획득 단말 구조

CDMA 모듈은 크게 RF 송수신부 (RFR61xx, RFT61xx), baseband부 (MSM6025, PMIC, MCP) 로 구분된다. 능동형 위치획득 단말에서 CDMA 모듈의 역할은 크게 3가지로 정리할 수 있다. 첫 번째는 GPS 모듈의 제어 및 GPS 모듈로부터 위치정보를 수집하는 것이다. 두 번째는 GPS 음영지역에서 CDMA 기지국 좌표를 이용한 위치 정보를 결정하는 역할이다. 제안하는 단말은 GPS 모듈을 통한 위치정보 획득이 불가능한 지역에 위치하면 사용자 단말이 등록 (registration)시 획득한 기지국 좌표정보 (경도, 위도)를 사용자 단말 위치 정보로 매핑 한다. 따라서 상황에 따라 독자적으로 위치정보 획득이 가능하며, 네트워크에서의 사용자 위치정보 처리과정이 없기 때문에 위치 정보의 보안성을 증대시킬 수 있다. 그러나 단말과 기지국 사이의 거리에 따라 위치 정보의 신뢰도가 결정된다는 단점이 존재 한다. 세 번째는 네트워크 인터페이스로서의 역할이다. CDMA 모듈은 GPS 모듈로부터 수집된 위치 정보나 기지국 좌표 정보와 같은 사용자 위치정보를 SMS 또는 data call 을 통해 LBS 로 전송하는 인터페이스 역할을 수행하며, 사용자간 음성 통화 채널의 역할도 수행할 수 있다.

#### 3.2. 능동형 위치획득 과정

본 논문에서 제안하는 능동형 위치획득 단말



(그림 3) 능동형 위치획득 단말의 위치정보 획득 과정

은 복합 단말의 형태로 수신된 위성 정보와 주변 기지국 정보를 네트워크 내에 존재하는 PDE로 전송하여 사용자의 위치를 계산하고 재전송받는 기존 A-GPS방식과는 달리 장착된 GPS 모듈에서 독자적으로 사용자의 위치 정보(경도, 위도)를 계산할 수 있다. 또한, 단말기의 공간적인 상황에 따라 GPS 모듈을 통한 위치 획득과 CDMA 기지국 좌표를 이용한 사용자 위치 결정 과정을 네트워크의 도움 없이 스스로 전환할 수 있다는 장점이 있다. 제안하는 단말의 위치 정보 획득 및 전송 과정을 (그림 3)에 나타내었다.

능동형 단말에 전원이 인가되면 CDMA 모듈의 boot 코드에 의해 GPS 모듈과 CDMA 모듈이 각각 초기화 된다. GPS 모듈은 전원이 인가됨과 동시에 위성 GPS 신호를 미리 정해진 시간동안 검색하며, 위치 정보 계산을 위해 요구되는 위성 정보들을 GPS 위성으로부터 수신한다. 해당 시간동안 사용자 단말의 좌표가 계산되어 3D 상태로 fix 되면 CDMA 모듈로 좌표를 전송한 후 sleep 모드로 전환된다. 만약, 사용자 좌표가 fix 되지 않으면 CDMA 모듈로 상태를 전송한 후 sleep 모드로 전환된다.

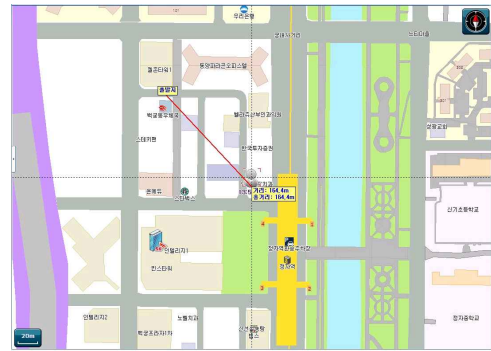
CDMA 모듈은 전원이 인가된 후 메모리 및 register를 초기화하고 등록을 위한 기지국 탐색모드로 전환된다. 탐색이 끝난 후 사용자 단말

등록(registration) 과정을 위해 기지국의 제어 채널들을 decode한다. 이때 제어 채널에 포함되어 있는 기지국 좌표 데이터를 획득하여 메모리에 저장한다. 기지국 좌표 데이터는 기지국에서 broadcasting 하는 정보이기 때문에 별도의 추가적인 인프라를 요구하지 않는다. 이 정보를 바탕으로 제안하는 능동형 단말이 네트워크 내부에 존재하는 PDE의 도움이 없이도 사용자 단말의 대략적인 위치를 판단할 수 있다. 단, 사용자 단말은 가장 가까운 거리의 기지국에 등록된다면 전제가 필요하다. 사용자 단말의 등록과 기지국 좌표 정보 저장이 끝나면 sleep 모드로 전환된다. Sleep 모드에서 LBS로 부터 사용자 위치정보 전송 요청이나 미리 설정된 위치정보 탐색주기에 의한 위치 정보획득 요청이 들어오면, CDMA 모듈은 preferred 위치획득 과정으로 설정된 GPS 모듈을 wake-up 시키고 상태를 확인한다. 이후의 과정은 초기 booting 과정과 동일하다.

이와 같이 제안하는 능동형 위치획득 단말은 독립적인 사용자 위치획득이 가능하기 때문에 무선통신 네트워크의 부하를 최소화시킬 수 있으며, 위치정보의 처리 과정에 있어 네트워크는 단지 정보를 전송하는 보안성이 확보된 채널의 역할만을 수행하므로 위치 정보의 보안성 향상



(그림 4) A-GPS 단말의 위치정보 획득 결과  
(실내 고정, 3m 이격)



(그림 5) 능동형 단말의 위치정보 획득 결과  
(실내 고정, 3m 이격)

에 기여 할 수 있다.

## 4. 실험 환경 및 성능분석

본 장에서는 제안하는 능동형 위치획득 단말과 상용 A-GPS 단말에 대하여 GPS 신호 수신 이 원활하지 않은 실내 환경과 실외 환경으로 구분하여 사용자 환경에서 위치획득 성능을 실험하고 그 결과를 분석하였다.

### 4.1. 실험 환경

실험 환경은 <표 1>과 같이 4가지 사용자 환경으로 구분하였으며, 위치획득 성능을 비교할 실험대상은 현재 시판되고 있는 상용 A-GPS를 이용한 단말(이하 A-GPS 단말) 1대와 본 논문에서 제안하는 능동형 위치 획득 단말(이하 능동형 단말) 1 대를 대상으로 하였다.

<표 1> 실험 환경

구분	상태	위치
실내	고정	창으로부터 3m 이격
	고정	창으로부터 30 cm 이격
실외	이동	차량 이동 중
	고정	실외 주차장

첫 번째 조건은 실내 고정 조건으로 실험대상 단말들이 위성신호를 직접 수신하기 어렵도록 창으로부터 3m 이격된 위치에서 위치획득 성능을 확인하였다. 위성신호 음영지역인 경우의 실내 측위 성능을 확인하기 위함이다. 두 번째 조건은 제한적으로 위성정보를 활용할 수 있는 상태로 대상 단말들이 위성신호를 직접 수신 하지

는 못하지만 미약한 위성 신호를 수신할 수 있도록 창가로부터 30cm 이격하여 실험하였다. 세 번째는 실외 이동상태 조건으로 비교 대상 단말들을 차량에 부착하고 정해진 지점에서 사용자 위치정보를 획득하였다. 차량 속도는 평균 시속 60Km/h 이상으로 실험하였다. 네 번째 조건은 차량에 장착한 상태로 실외 주차장에서 위치정보 획득 성능을 비교하였다. 위성 GPS 신호의 주파수 특성을 고려하여 동일 시간, 동일 장소에서 A-GPS 단말과 능동형 단말의 위치 정보를 획득하였다. 데이터 획득 주기는 5분마다 1회씩 위치정보를 획득하였다. 성능 지표로는 일정한 시간동안 획득된 위치정보들의 평균 편차(average deviation)를 사용하였다. 평균 편차는 자료의 산술적 평균과 각 변량 편차의 절댓값을 평균한 값으로 계량적인 성질에 대한 집단의 불균일성을 나타내는 도수 특성 값의 하나이다.

### 4.2. 성능 분석

#### 4.2.1 실내 고정상태 : 창에서 3m 이격

(그림 4)와 (그림 5)는 각각 실내 고정 상태에서 실험 대상 단말을 창으로부터 3m 건물 안쪽으로 이격시켜 획득한 위치정보들을 나타낸 것이다. 위치정보는 36회(3시간) 동안 획득하였다. <표 2>에 LBS로부터 획득된 A-GPS 단말과 능동형 단말의 위치와 실제 위치와의 오차 거리와 평균 편차를 나타내었다. (그림 4)의 A-GPS 단말의 경우 평균 편차는 약 59m, 최대 오차 거리는 447m로 넓은 영역에 걸쳐 분포하였다. 이것은 A-GPS 단말이 주변 기지국 정보만을 가지

고 위치를 추정했기 때문인 것으로 판단된다.

반면, (그림 5)의 능동형 단말은 실험 장소에서 가장 가까운 기지국 좌표를 사용자 위치로 결정하여 LBS 에 전송하였다. 36회 동안 같은 지점을 전송하였기 때문에 평균 편차는 0으로 나타났다. 이 실험을 통해 제안하는 능동형 단말이 GPS 위성정보 수신이 어려운 실내 환경에서 CDMA 네트워크 내부의 PDE 도움 없이 독자적으로 사용자 단말의 위치를 결정 할 수 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 기지국과 능동형 단말의 거리가 멀어질 경우 위치추정 오차는 증가할 수 있다.

<표 2> 창에서 3m 이격된 실내 고정 상태의 평균 편차

	A-GPS 단말(m)	능동형 단말(m)		A-GPS 단말(m)	능동형 단말(m)
1	104	164	21	163	164
2	165	164	22	204	164
3	60	164	23	80	164
4	103	164	24	7	164
5	141	164	25	160	164
6	197	164	26	319	164
7	52	164	27	156	164
8	39	164	28	100	164
9	61	164	29	20	164
10	41	164	30	125	164
11	67	164	31	168	164
12	113	164	32	106	164
13	99	164	33	167	164
14	145	164	34	161	164
15	69	164	35	176	164
16	110	164	36	75	164
17	153	164			
18	27	164	평균	126.1	164
19	162	164	표준편차	83.6	0
20	447	164	Average Deviation	59.1	0

#### 4.2.2 실내 고정상태 : 창에서 30cm 이격

<표 3>에 창가로 부터 30cm 이격된 위치의 실내 고정 상태에서 A-GPS 단말과 능동형 단말에서 획득된 위치를 근거로 실제 위치와 LBS 상 위치간의 오차 거리와 평균 편차를 나타내었다. A-GPS 단말의 평균 편차는 약 44m 미터로 3m 이격 조건보다 약 15m 감소하였다. GPS 위성정보를 활용하면서 36회 시험에 걸쳐 위치 정보의 품질이 개선되었다고 할 수 있다. 능동형 단말은 평균 편차가 약 34m 로 나타났다. 같은 조건의 A-GPS 단말과 비교하였을 때 약 10m 정도 우수하다. 이와 같은 결과는 제안하는 능동형 단말이 GPS 신호 수신이 가능한 지역에서는 위치 획득의 정밀도가 A-GPS 방식보다 높다는

것을 나타낸다.

<표 3> 창에서 30cm 이격된 실내 고정 상태의 평균 편차

	A-GPS 단말(m)	능동형 단말(m)		A-GPS 단말(m)	능동형 단말(m)
1	144	164	21	60	32
2	249	130	22	144	49
3	125	116	23	116	72
4	168	149	24	147	71
5	106	123	25	139	107
6	204	101	26	299	80
7	257	106	27	148	68
8	320	122	28	160	114
9	115	94	29	124	129
10	188	116	30	184	238
11	193	123	31	189	223
12	176	90	32	221	178
13	160	82	33	124	139
14	129	68	34	78	109
15	139	116	35	166	94
16	245	61	36	126	87
17	110	62			
18	191	55	평균	163.5	104.1
19	100	34	표준편차	57.7	46.6
20	143	48	Average Deviation	44.2	34.8

#### 4.2.3 실외 이동상태 : 차량 탑재

<표 4>에 실외 이동 조건에서 A-GPS 단말과 능동형 단말의 위치 측위 성능을 나타내었다. 능동형 단말과 A-GPS 단말을 차량에 장착하고 정해진 이동 경로를 따라 이동하면서 17개 위치 획득 장소에서 위치정보를 수집하였다. 위치 정보는 LBS 의 Web 지도에서 확인하였으며, 차량 속도는 평균 시속 60Km/h 이상으로 실험하였다.

<표 4> 실외 이동 상태의 위치 획득 결과

번호	위치 획득 지점	A-GPS 단말	능동형 단말
1	출발지	정상	정상
2	더스타파크 앞	정상	정상
3	조달청 품질 관리단	정상	정상
4	보현사 4거리	정상	정상
5	연동3교	정상	정상
6	하반교	정상	정상
7	용인대 3거리	정상	정상
8	원천교차로	정상	정상
9	송전교차로	정상	정상
10	45번 국도상	정상	정상
11	동행사거리	정상	정상
12	안성 3.1 운동 기념관	정상	정상
13	서안정IC	정상	정상
14	평택안성간고속도로상	정상	정상
15	남안정IC	위치이탈	정상
16	제2안원단지사거리	정상	정상
17	목적지	정상	정상

A-GPS 단말의 경우 17개 지점 중 16개 지점에서 정상적으로 위치 정보를 획득하였고, 1개 지점에서만 이탈된 위치 정보를 제공하였다. 이





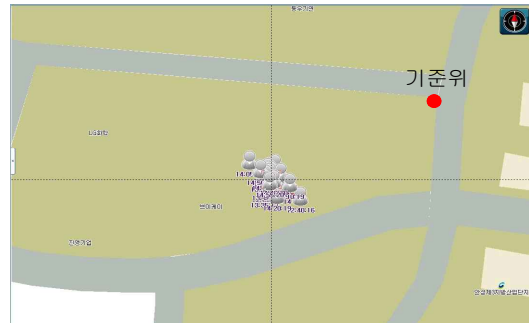
(그림 6) A-GPS 단말의 위치정보 획득 결과(실외 고정)

탈 지점은 남안성 IC 부근(16번 지점)으로 약 4km 정도의 오차를 나타냈다. 이와 같은 결과는 남안성 IC 부근에 도로가 신설되면서 주변 기지국 환경이 좋지 않아 주변 기지국들의 시간 offset 정보가 충분하지 않았기 때문으로 판단된다. 제안하는 능동형 단말은 단말의 이동 속도에 대한 영향 없이 17개 지점 모두에서 안정적인 위치 정보 획득 성능을 나타내었다. 주변 기지국 상황에 영향을 받지 않고 GPS 모듈 독자적으로 위치를 결정하는 방식이 갖는 이득이다.

#### 4.2.4 실외 고정상태 : 실외 주차장

(그림 6)과 (그림 7)에 각각 A-GPS 단말과 능동형 단말의 실외 고정 상태에서 위치정보 획득 성능을 나타내었다. LBS 지도상에서 기준점과 단말기로부터 획득된 위치까지 거리의 평균 편차 데이터를 <표 5>에 나타내었다. 실외 주차장에서 대상 단말들의 절대 위치를 LBS 지도상에 나타낼 수 없기 때문에 LBS 지도의 특정 지점을 기준으로 거리를 측정하였다.

A-GPS 단말의 경우 평균 편차가 약 20m로 나타났다. 창에서 30cm 이격을 준 실내 고정 데이터와 비교해 볼 때, 약 24m 향상되었다. 실외 주차장이 실내 보다는 GPS 신호를 수신하는데 더 좋은 조건이기 때문에 평균 편차가 향상된 것으로 판단된다. 그러나 (그림 6)과 같이 지도상 기준 지점으로부터 최대 약 487m 까지 떨어진 지점을 단말의 위치로 판정 하는 경우도 있었다. 제안하는 능동형 단말의 경우 평균 편차가 약 2.3m로 나타났다. 이것은 36회에 걸쳐 획득된 단말의 위치 정보를 평균하여 평균 지점을 중심으로 반경 2.3m 원을 그렸을 때 36개 데이



(그림 7) 능동형 단말의 위치정보 획득 결과(실외 고정)

터 모두가 원안에 위치한다는 의미이다. 따라서 획득된 위치 정보의 품질이 매우 안정적이며, 높은 것을 알 수 있다.

<표 5> 실외 고정 상태의 평균 편차(실외 주차장)

	A-GPS 단말(m)	능동형 단말(m)		A-GPS 단말(m)	능동형 단말(m)
1	120	103	21	117	102
2	124	104	22	118	100
3	119	104	23	122	100
4	122	100	24	127	98
5	116	100	25	124	101
6	127	100	26	124	100
7	130	100	27	120	98
8	122	103	28	110	92
9	115	101	29	128	105
10	126	94	30	113	102
11	128	109	31	120	99
12	128	103	32	120	95
13	117	101	33	112	101
14	116	101	34	104	101
15	111	101	35	125	101
16	118	106	36	126	101
17	487	108			
18	140	95	평균	130.7	100.9
19	106	103	표준편차	61.4	3.4
20	125	102	Average Deviation	20.8	2.3

## 5. 결론

본 논문에서는 위치정보 획득의 연속성 확보와 독자적 위치정보 획득이 가능한 능동형 위치획득 단말을 제안하였으며, 실제 사용자 환경에서 위치획득 성능을 실험을 통해 분석하였다.

실험 결과, GPS 위성이 보이지 않는 창으로부터 3m 이격시킨 실내 고정 조건에서는 기지국 좌표를 이용하여 단말의 위치를 결정할 수 있었다. 이것은 제안하는 단말이 음영 지역에서는 위치 정보를 획득할 수 없었던 GPS 방식의 단점을 효과적으로 보완할 수 있으며, 위치정보 획득



의 연속성 확보가 가능하다는 것을 의미한다. 또한, PDE를 통한 위치정보 계산 과정을 수행하지 않기 때문에 네트워크의 부하를 현저히 낮출 수 있으며, 개인 위치정보 보호에도 유리하다. 그러나 GPS 음영지역에서 기지국 좌표를 사용자 단말의 위치로 매핑하기 때문에 기지국과 단말간의 거리에 따라 추정 오차는 증가할 수 있다는 단점이 존재한다.

창으로부터 30cm 이격된 실내 고정 위치에서는 능동형 단말이 A-GPS 단말 대비 약 10m 정도 우수하였다. 실외 이동 환경에서는 17개 지점 모두에서 정확한 위치정보를 획득하여 고속 이동 중에도 안정적인 위치정보 획득 성능을 나타내었다. 실외 고정 조건에서도 위치 정보의 평균 편차가 약 2.3m로 높은 신뢰성과 안정성을 나타내었다. 이와 같이 GPS 위성 정보를 활용할 수 있는 공간에서는 A-GPS 방식보다 능동형 단말 구조가 상대적으로 우수한 성능을 갖는다는 것을 알 수 있었다.

따라서 본 논문에서 제안하는 복합단말 형태의 능동형 위치획득 단말이 기존 GPS 방식 단말의 장점을 유지하면서 GPS 신호 음영지역에서의 위치획득 문제, A-GPS 단말이 갖는 네트워크 부하 문제 및 개인 위치 정보보안 문제를 보완할 수 있는 위치획득 단말로 고려될 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] <http://kidbs.itfind.or.kr/WZIN/iitajournal/16/c-05.htm>
- [2] 이성호, 배영일 외, “부상하는 위치기반서비스,” 삼성경제연구소 CEO Information, 615호, 2007. 8.
- [3] Isaac K Adusei et al., “Mobile positioning technologies in cellular networks: An evaluation of their performance metrics,” MILCOM 2002 Proc., vol. 2, Oct. 2002.
- [4] 이성호, 민정욱 외, “위치기반서비스기술동향,” ETRI 정보통신동향분석, pp. 33-42, 2005. 6.
- [5] 유승수, 방해정 외, “와이브로 기반 무선측위 가능성 분석,” Telecommunications Review, pp. 224-238, 2008. 4.
- [6] J. Caffery and G. Stuber, “Overview of Radiolocation in CDMA Cellular System,” IEEE Communication Magazine, vol. 36, no.4, pp.38-45, April 1998.

[7] <http://www.cdmatech.com>

[8] <http://ko.wikipedia.org/wiki/NMEA>

[9] <http://www.gps.re.kr/outline/outlin>

## 하 승 일



1985년 : 한국항공대학교 전자공학과 (공학사)

2003년~현재 : 한국기술교육대학교 전기전자공학과 석사과정

1895년~1996년 : 삼성전자 교환기 / CDMA 시스템 개발

1996년~2003년 : KTF 이동통신망 설계

2008년~현재 : 키스텔 기술연구소 상무

관심분야 : USN/RFID, CR, GPS, LBS

## 이 현 재



1998년 : 수원대학교 정보통신학과 (공학사)

2001년 : 한국기술교육대학교 전기전자공학과 (공학석사)

2004년~현재 : 한국기술교육대학교 전기전자공학과 박사과정

2001년~2003년 : 텔슨전자㈜ 연구소 근무

2006년~현재 : 조아텔레콤㈜ 연구소 책임연구원

관심분야 : USN/RFID, Wireless Sensor N/W, CR

## 오 창 현



1988년 : 한국항공대학교 항공통신공학과(공학사)

1990년 : 한국항공대학교 대학원 항공통신정보공학과 (공학석사)

1996년 : 한국항공대학교 대학원 항공전자공학과(공학박사)

1990년~1993년 : 한진전자(주) 기술연구소 전임연구원

1993년~1999년 : 삼성전자(주) CDMA 개발팀 선임연구원

2006년~2007년 : 방문교수(University of Wisconsin-Madison)

1999년~현재 : 한국기술교육대학교 정보기술공학부 부교수

관심분야 : 이동통신, 멀티미디어 무선통신, Wireless Sensor N/W, CR