

# 휴대인터넷 망을 이용한 TDOA기반 무선 측위서버 구조 설계

## (Design of TDOA based Wireless Positioning Server Using Portable Internet)

심 우 호 <sup>†</sup>

(Woo Ho Shim)

**요약** 휴대인터넷 상에서 위치기반 서비스를 가능케 하기 위해서는 우선, 무선측위 기술에 관한 연구가 필요하다. 본 논문에서 고려중인 무선 측위기술은 휴대인터넷의 기지국들과 단말기간의 상대적 거리 차이로 인하여 전송된 하향링크 신호들 간에 발생하는 신호도달 시간차 값들을 이용하여 단말기의 위치를 측정하는 삼변측위 방식의 TDOA(Time Difference of Arrival)이다. 이러한 TDOA기반 측위서버의 구조를 설계하기 위해 본 논문은 우선 휴대인터넷 상에서의 TDOA기반 무선 측위 기술에 대한 관련 연구 결과를 검토하고 이후 휴대인터넷 망 특성을 고려한 측위서버의 시스템 구조, 네트워크 인터페이스 그리고 휴대인터넷의 표준 규격을 활용한 측위 계산 모델을 제시한다. 측위서버 구현에 필요한 이러한 기술들에 대한 연구를 통해 저비용 고효율성을 보장하는 휴대인터넷용 측위서버를 구현 할 것으로 기대한다.

**키워드** : 측위서버, 삼변측위, 기지국, 휴대인터넷

**Abstract** It is necessary to research on wireless position determination technology that enables location based services on Portable Internet. In this paper, I consider the position determination technology based on TDOA belong to trilateration method. That is using the difference of relative distance between base stations and terminal due to the time difference of arrival of downlink signal.

In order to design the positioning server, This paper reviews the related research on current status of wireless position determination technology based on TDOA on Portable Internet. And then, it is suggested that system architecture, network interface, the calculation model for position determination, which are adapted to circumstance of Portable Internet. Through this research on the positioning server, it is expected to guarantee that low cost and high efficiency of wireless positioning server on Portable Internet will be developed.

**Key words** : Positioning Server, TDOA, Trilateration, ACR, Portable Internet

### 1. 서론

무선측위 기술은 모바일 단말의 위치를 측정하기 위한 기술로서 통신망의 기지국(Base Station) 수신신호를 이용하는 망 기반(Network Based)방식, 단말기(Mobile Station)에 장착된 GPS 수신기 등을 이용하는 단말기 기반(Handset Based)방식, 그리고 이들을 혼합하여 사용하는 혼합(Hybrid)방식으로 분류할 수 있다. 망 기반 방식은 단말상의 특별한 장치를 추가로 사용하지 않으나 위치 정확도가 통신망의 기지국 셀 크기와

측정방식에 따라 차이가 많으며, 일반적으로 500meter에서 수 kilometer의 측정오차를 가진다. 단말기 기반방식은 단말기에 GPS 수신기 등 신호 수신 장치를 추가로 장착해야 하며, 망 기반 방식에 비해 위치 정확도가 높으나 높은 빌딩이 많은 도심지역, 나무가 많은 산림지역이나 실내에서 신호의 수신이 간섭을 받아 위치를 결정하지 못하는 문제가 있다[6]. 이러한 두 방식이 가지는 문제를 해결하기 위하여 두 방식을 혼합하여 사용하는 혼합방식으로 TDOA 기반 측위 기술, AGPS(Assisted-GPS) 등이 연구 개발되고 있다[2,3].

그럼 1은 각 측위 기술 별 측위 성능을 비교 분석한 것으로 GPS와 AGPS는 측위 정확도는 가장 높으나 실내에서와 같은 밀폐된 공간에서는 측위가 불가능 하지

<sup>†</sup> 정 회 원 : (주)서울통신기술 통신시스템연구소 선임 연구원  
xobject.shim@samsung.com

논문접수 : 2006년 6월 29일

심사완료 : 2007년 8월 2일

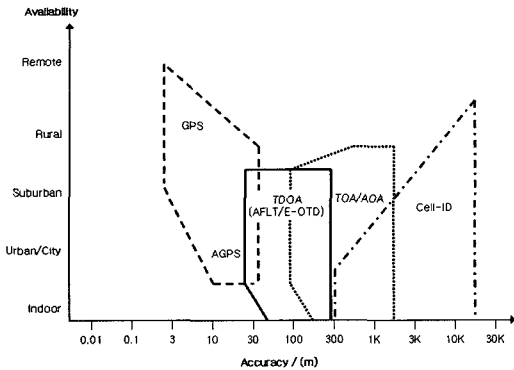


그림 1 측위 기술 별 비교 그림

표 1 위치기반 서비스의 주요 구성요소

측위서버	통화자의 위치계산, 위치정보 제공 및 서비스 제공업자의 인증을 포함
단말기	GPS chip set과 같은 H/W 또는 내부 측위 알고리즘에 의해 기기의 위치를 계산하거나, 위치정보를 이동통신망에 전달
응용서버	디지털 지도 DB, 콘텐츠 DB, 사용자 DB와 실시간 정보를 이용한 LBS 제공

만 TODA기반 측위 기술은 기지국 전파가 도달할 수 있는 한 상대적으로 다른 측위기술에 비해 높은 정확도를 내고 있다[1].

위치기반 서비스(LBS, Location-Based Services)를 위한 기술체계는 휴대 단말의 위치를 파악하는 무선측위 기술과 서비스를 위한 핵심 기반기술을 제공하는 LBS 서버기술, 그리고 다양한 LBS 응용기술들을 들 수 있다.

위치기반 서비스의 주요 구성요소로 단말기, 측위서버, 응용서버로 구성되는데 단말의 위치를 결정하기 위한 측위기술 단말기와 측위서버에 의해 계산된다. 표 1은 각 요소 별 설명이다[9].

측위서버와 단말에 의해 위치계산이 되는 혼합(hybrid) 방식의 측위 기술 중 TODA는 다양한 이동통신 망의 특성에 따라 적용되고 있다. TODA기반 무선측위 방법은 3개 이상의 기지국들과 단말기간의 상대적 거리 차이로 인하여 전송된 하향링크 신호들 간에 발생하는 신호 도달 시간차 값들을 이용하여 단말기의 위치를 측정하는 삼변측위(Trilateration) 방식이다. CDMA 망의 경우, 기지국으로 부터 내려 받는 파일럿 채널을 단말이 수신해 Pilot Phase measurement를 수행 후 이를 다시 측위서버로 전송하여 최종 단말 위치를 계산하는 방식으로 이를 AFLT(Advanced Forward Link Trilateration)라 한다. GSM 망의 경우에도 이와 유사한 방식으로 계산하는 E-OTD(Enhanced Observed

Time Difference)가 있으나 주요한 차이점으로는 CDMA 망은 각 기지국이 GPS 시그널에 의해 시간적인 동기를 맞추고 있으나 GSM 망은 비동기 방식으로 각 기지국이 작동되므로 측위 오차를 줄이기 위해 각 기지국에 동기를 맞추는 LMU(Location Measurement Unit) 장비가 장착되어 있어야 한다[5].

TTA와 IEEE802.16e 표준에서 제시되고 있는 휴대인터넷 망은 기본적으로 기지국과 단말기를 기반으로 하고 있어 그 형태가 CDMA 망과 유사한 형태를 가지고 있을 뿐만 아니라 모든 기지국은 GPS를 이용하여 시각 동기를 맞추고 있어 각 기지국의 위치정보를 알고 거리에 대한 시각 정보를 획득할 수 있다면 CDMA 망과 마찬가지로 휴대인터넷 시스템에서도 TODA기반의 측위가 가능하다는 연구 결과가 제시되었다[4].

이러한 연구 결과를 바탕으로 본 논문은 측위서버의 구현에 초점을 맞추어 휴대인터넷 망 특성을 고려한 측위서버의 시스템 구조, 네트워크 인터페이스 그리고 휴대인터넷의 표준 규격을 활용한 측위 계산 모델을 제시한다. 이러한 휴대인터넷 망을 이용한 측위서버 연구를 통해 최초의 상용화 제품 개발과 동시에 AGPS 방식에 비교해 낮은 비용 대비 높은 정확성을 보장하는 측위서버를 구현할 것으로 기대한다.

## 2. 휴대인터넷상의 무선측위 가능성 연구 현황

TTA와 IEEE802.16e 표준에서 제시되고 있는 망 참조 모델은 단말, 특정지역을 관할하는 기지국, 백본망으로 연결된 제어국(ACR: Access Control Router)들로 구성된다. 단말기가 현재 등록되어 통신을 수행하고 있는 기지국이 "서비스 기지국"이며, 서비스 기지국을 제외한 다른 주변의 기지국들은 "인접 기지국"이라 한다. 단말기가 인접기지국으로 이동하면 핸드오버(Hnadover)를 수행하게 되며, 이때 단말기가 핸드오버를 수행할 기지국을 "타겟 기지국"이라 한다[7].

휴대인터넷을 이용한 무선측위 가능성을 연구한 결과에 따르면 이러한 핸드오버 과정 중에 단말에서 계산하는 relative delay 정보를 활용해 측위 계산이 가능하다는 결과를 얻었다[4]. relative delay 정보는 서비스 기지국을 기준으로 각각의 인접 기지국으로 부터 수신된 신호 도달 시간 차이로 서비스 기지국을 포함해 최소 3개 이상의 인접 기지국에 대한 relative delay 정보를 측위서버에 전송하여 실제 위치를 계산하게 된다.

이러한 Relative delay 측정 방식은 휴대인터넷 망에서 단말과 기지국간의 기본적인 전송단위인 프레임의 하향링크 구간의 앞 단에 위치하는 preamble을 이용하여 relative delay 값을 계산한다. Preamble은 각 기지국마다 고유한 PN 코드를 이용하여 생성된 OFDM 심

볼로 초기동기, 셀 탐색, 주파수 옵션 및 채널 추정 등에 쓰인다. 휴대 인터넷 시스템에서 모든 기지국은 5ms 마다 동시에 프레임을 전송하는데, 매 프레임의 앞 단에 preamble이 위치하므로 단말기는 언제나 Preamble 신호를 측정함으로써 relative delay를 측정할 수 있게 된다[8].

이러한 관련 연구를 바탕으로 휴대인터넷 상에서 relative delay 정보를 활용한 TDOA기반 무선 측위기술이 수행되는 과정을 정리하면 그림 2와 같다[4].

먼저 단말이 서비스 기지국을 통해 측위서버에 측위 요청 메시지를 송신한다. 이 메시지를 받은 측위서버는 기지국1(서비스 기지국)에게 MOB\_SCN\_RSP를 단말기에게 보내도록 한다. 기지국1은 MOB\_SCN\_RSP 메시지를 이용하여 단말기가 주변 기지국의 탐색을 수행하도록 명령한다. 단말기가 MOB\_SCN\_RSP 메시지를 수신한 다음 인접 기지국들에 대해 할당된 시간만큼 탐색을 수행하고, MOB\_SCN\_REPORT 메시지를 기지국1에 송신한다. 단말로부터 MOB\_SCN\_REPORT 메시지를 수신한 기지국1은 이 메시지를 다시 제어국에 보고하고, 제어국은 메시지의 주요 매개변수 가운데 relative delay 값을 추출하여 측위서버에 전달한다. 그리고 relative delay 값을 전달받은 측위서버는 기지국의 위치 정보와 함께 측위를 수행한다.

휴대인터넷의 표준 메시지를 활용하여 relative delay 값을 이용한 무선측위기술의 가능성과 함께 측위 시스템 구현 가능성을 평가 할 수 있는 가청성(hearability) 및 측위성능 평가도 이뤄졌다. 이를 위하여 다양한 채널 환경 하에서 시뮬레이션을 통해 수행되는데, 시뮬레이션

수행결과 83%의 확률로 150m 이내의 측위정확도를 얻을 수 있음을 확인되었다[4].

### 3. TDOA기반 무선 측위서버 구조 설계

관련 연구 결과를 토대로 휴대인터넷 상에서 TDOA 기반 무선 측위 기술을 적용하여 휴대인터넷 단말의 위치를 계산 할 수 있다는 사실을 얻었다. 그래서 본 논문에서는 휴대인터넷 단말의 위치 계산을 수행하는 측위서버 구현을 위해 기본적인 구조 설계와 최적화된 측위 성능을 내기위한 설계 방법과 이를 증명하기 위한 시뮬레이션을 통한 성능 평가를 실시하고자 한다. 이번 장에서는 무선 측위서버 설계를 위해 우선 측위서버의 기본 구조 및 요구사항에 대해 기술하고 휴대인터넷 망을 이용한 최적화된 측위서버 설계안을 제시한다.

#### 3.1 무선 측위서버의 요구사항

무선 측위서버는 일반적으로 외부 요청에 따라 대상 단말의 위치를 계산하고 결과를 다시 돌려주는 프로세스를 가진다. 그림 3은 이와 같은 프로세스를 도식화 것이다[1].

그림 3의 논리적 참조 모델은 측위서버인 LCS Server, 측위요청 클라이언트인 LCS Client, 측위 대상 단말인 Target MS로 구성된다. LCS Client는 논리적인 기능으로 단말기 또는 LBS관련 서버에 의해 수행될 수 있다.

- 1) 대상 단말에 대한 위치 정보 요청
- 2) 대상 단말에 대한 위치 파악 권한 검사
- 3) 만약 위치 파악 권한이 가능하면, 대상 단말로부터 필요한 정보를 받아 위치를 계산

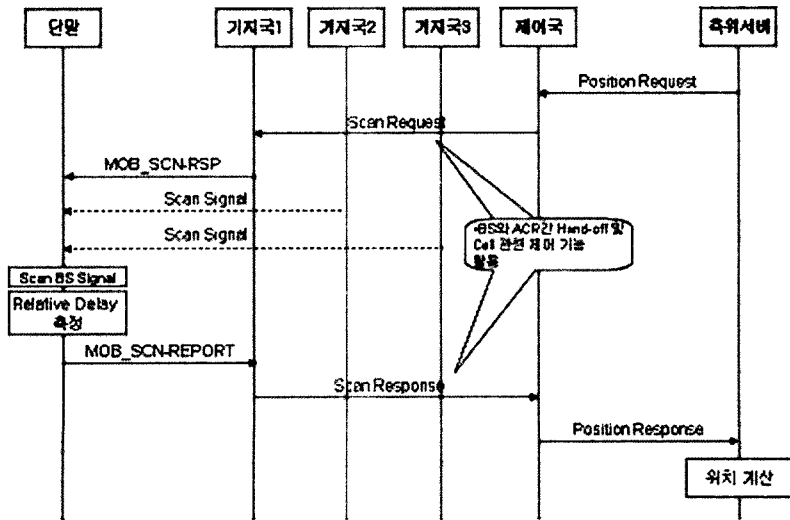


그림 2 상대적 전파 지연시간(Relative Delay) 값을 이용한 기지국 기반의 측위 플로우

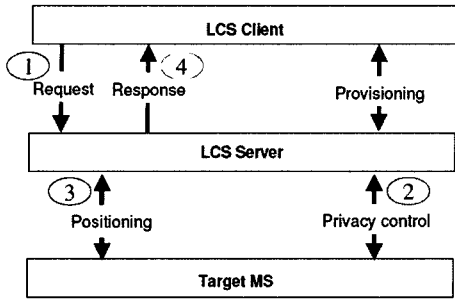


그림 3 측위 프로세스관련 논리적 참조 모델

4) 요청 결과 반환

휴대인터넷을 이용한 측위서버는 기본적으로 제어국과 정합된다. 제어국은 휴대인터넷 망에서 핵심적인 스위칭 기능을 수행하므로 시스템 부하 감소 방안이 중요한 이슈가 될 수 있다. 그리고 위치 계산과 관련해 실시간적인 서비스 수행이 되기 위해서는 최종 측위 결과 제공을 하는데 필요한 네트워킹 처리가 신속해야 한다. 마지막으로 지속적인 위치기반 서비스 제공을 위해서는 안정적인 시스템 운영이 필요하다. 이를 정리하면 다음과 같다.

- 제어국 시스템의 부하 감소
- 측위관련 신속한 네트워킹 처리
- 안정적인 시스템 운영

3.2 무선 측위서버 구조

무선 측위서버의 기능은 기본적으로 위치계산 기능과 함께 휴대인터넷 망의 통신 규약을 고려한 메시지 처리 기능, 시스템 상태를 모니터링하고 시스템 유지보수 기능이 필요하다.

그림 4는 무선 측위서버의 소프트웨어 블록 구조이다. 각 블록을 살펴보면, Process Handler는 휴대인터넷

상에서 정의된 측위 요청 및 결과 반환에 관한 패킷 흐름을 정의하는 부분이고, Location Calculation은 측위 서버의 핵심 기능인 위치를 계산하는 블록으로 지지국의 지리적 정보(BS Almanac), 위치 결과 값 보정 모듈 등으로 구성된다. 위치계산 방법에 대해서는 3.4절에 상세히 기술한다. O&M Function은 네트워크 서버에 기본적으로 갖춰진 기능으로 시스템 관리 및 복구, 시스템 설정, 각종 통계 기능 등을 제공한다. Network I/F는 휴대인터넷의 제어국, 단말기와 각종 LBS관련 응용 서버 등과의 통신 인터페이스 모듈로 구성된다. 특히 제어국과의 인터페이스에 대한 상세한 설명은 3.3절에서 기술한다. O&M I/F는 관리자로부터 하역된 시스템 운영을 하기위해서 시가적인 UI기능과 그래픽 엔진 모듈로 구성된다. Data Management는 위치계산 및 보정에 필요한 각종 모델 데이터 외에 시스템 관리에 필요한 로그 데이터 등도 관리하는 기능을 제공한다.

3.3 네트워크 인터페이스

무선 측위서버의 네트워크 인터페이스는 TCP/IP 기반의 이중화된 소켓연결방식으로 비정상적인 문제가 발생하지 않는 한 연결을 유지하여 빈번한 연결/종료에 의한 서버 또는 클라이언트의 네트워크 부하를 줄이는 방법이다. 이 방법은 무선 측위서버가 연결된 제어국 또는 LBS 응용 서버에게 일정 시간 주기로 Heart Beat 메시지를 전송하고 응답을 수신함으로써 서버와의 연결 상태를 끊임없이 확인하여 영구 연결을 보장한다.

그림 1에서 무선측위서버의 개방된 포트 Port 1과 Permanent Connection을 맺고 있는 제어국의 개방된 포트 Port 1 사이에 비정상적 연결 종료 후, 포트 재사용 불가 등의 사유가 발생할 수 있다. 이 경우 Port 1을 사용한 재연결에 많은 대기 시간이 요구되어 새로운 트랜잭션을 처리하지 못하는 원인이 되므로 별도의

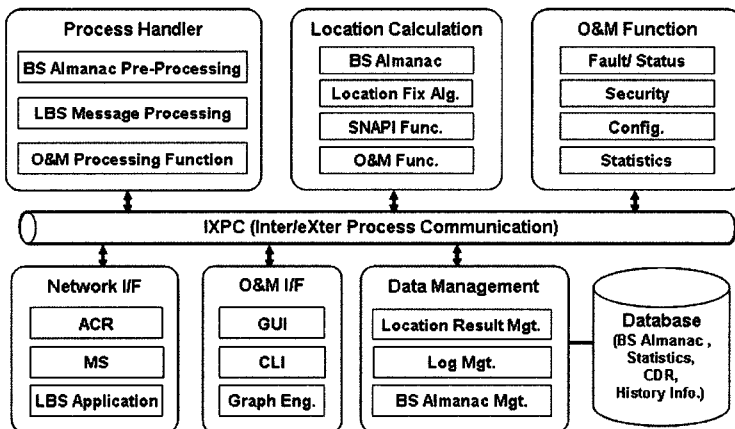


그림 4 소프트웨어 블록 구조

Backup Port를 두어 새로운 Permanent 연결을 맺음으로써 재연결을 위한 대기 시간을 단축시켜 새로운 트랜잭션에 대한 지연을 최소화 한다.

그림 5에서 무선 측위서버의 개방된 포트 Port 1과 Master Connection을 맺고 있는 제어국 및 LBS 응용서버의 개방된 포트 Port 1 사이에 비정상적 연결 종료 후, 포트 재사용 불가 등의 사유가 발생할 수 있다. 이 경우 Port 1을 사용한 재연결에 많은 대기 시간이 요구되어 새로운 트랜잭션을 처리하지 못하는 원인이 되므로 별도의 Backup Port를 두어 새로운 Slave Connection을 맺음으로써 재연결을 위한 대기 시간을 단축시켜 새로운 트랜잭션에 대한 지연을 최소화 한다.

무선 측위서버와의 통신 방식은 Client/Server 모델로 제어국과 통신 할 경우 무선 측위서버는 Client가 되고 LBS 응용서버와 통신 할 경우는 Server가 된다.

그림 6은 무선측위서버가 제어국과 통신 할 경우의 일반적인 통신 흐름을 도식화 한 것이다.

그림 6의 Connect 단계는 무선 측위서버가 제어국으로 연결을 시도하는 것으로 연결 시도는 수 초 초 간격으로 포트를 번갈아 가면서 시도 후 연결이 안 될 경우 예외처리로 빠진다. Accept는 제어국이 무선 측위서버의 연결 시도를 허가하는 단계다. Service Initiation Request는 무선 측위서버가 제어국과의 버전 동기화 및 요청 시작 준비를 알리기 위한 것으로 제어국으로부터 Service Initiation Response를 받은 후 본격적인 통신 연결을 준비한다. Heart Beat Request/Response는 무선 측위서버가 제어국의 통신 상태를 주기적으로 확인하기 위한 목적으로 만든 규격으로 Heart Beat 요청은

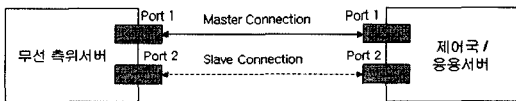


그림 5 이중화된 네트워크 인터페이스 구조

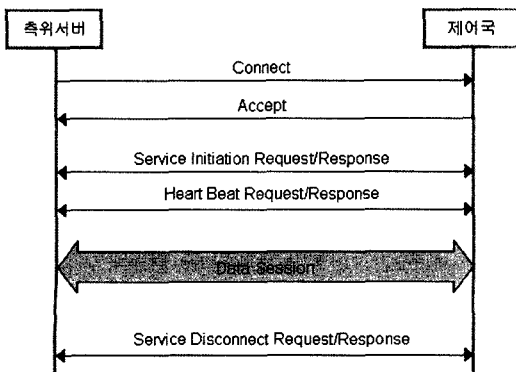


그림 6 무선 측위서버와 제어국간의 통신 흐름도

짧게는 수초에서 최대 1분주기로 이루어지며 제어국은 Heart Beat 요청 후 최대 1분 안에 응답을 전송해야 한다. Disconnect Request/Response 무선 측위서버와 제어국간의 통신 연결 해제를 위한 접속 단계이다.

### 3.4 최적화된 TDOA기반 측위 방법

휴대인터넷 망에 최적화된 TDOA 기반 측위 알고리즘을 구현하기 위해서는 5단계의 처리 플로우가 필요하다. 그림 7은 이러한 과정을 도식화 것으로 측위 알고리즘을 실행하기 전 단말 또는 휴대인터넷 망으로부터 필요한 입력 값과 이에 대한 전처리 기능을 수행한다. 본문에서 전술했듯이 TDOA 기반 측위 기술은 적어도 3개 이상의 기지국으로부터 전파 수신이 되어야 할 뿐만 아니라 간섭과 같은 노이즈가 적어야 수행 가능하므로 TDOA기반 측위 방식을 적용해야 되는지를 검토하는 Algorithm Selection 단계가 필요하다. 만약, TDOA 기반 측위 방식의 적용이 불가능 할 경우 기지국 ID를 활용하는 기본적인 측위 방식이 적용 될 수 있다. 측위 알고리즘 수행 후 결과 값에 대한 보정 또는 여러 정도를 검증하는 기능이 수행된다. 휴대인터넷도 CDMA 망과 유사하게 기지국의 신호가 도달 하지 못할 경우 중계기가 설치되는데 이러한 경우에도 중계기 신호에 대한 보정 알고리즘이 수행되어야 한다.

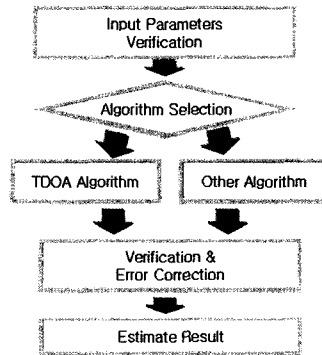


그림 7 휴대인터넷 망에 최적화된 TDOA기반 측위 계산 모델

## 4. 측위 성능 평가

본 연구 결과에서 도출한 TDOA기반 무선 측위서버의 최적화된 측위 성능 평가를 위해 기존 GPS 기반 무선 측위 서버의 측위 정확도와의 비교를 통해 성능을 평가하고자 한다.

본 실험은 기존 당사가 보유하고 있는 제품인 CDMA 망을 이용한 AGPS와 AFLT 측위 계산 모델이 적용된 측위서버와 본 논문에서 제안한 TDOA기반 측위 계산 모델의 측위 결과를 비교 평가한다. 현재 휴대인터넷이

표 2 실험 지역 목록 및 특성

Region	Class	Point	Environment	District
Rural	Flat Land	R1	Outdoor	경기도 화성시
		R2	Inside Car	
		R3	Outdoor	
		R4	Inside concrete roofed house 4m	
Sub-Urban	Residential District	S1	Outdoor	경기도 수원시
		S2	Inside Car	
		S3	Inside concrete roofed house 4m, 1st floor	
	Commercial District	S5	Outdoor	
		S7	Inside concrete roofed building 4m, 5th floor	
		S8	Outside Car, 4th floor	
	Parking Lot	S9	Inside Car, 4th floor	
		U1	Intersection Outdoor	
	Downtown	U2	Narrow alley in the block, 2 lane street Outdoor	
U3		Inside concrete roofed building 4m, 1st floor		
U7		Center between 15 story Apartment		
Apartment	U8	Near 15 story Apartment about 2m		

수도권 일부 지역에 제한적으로 구축되어있어 실험이 가능한 지역을 선별하여 실험을 실시하였다. 표 2는 실험 지역 목록 및 그 지역의 지리적인 특성을 정리한 것이다.

표 2의 실험 지역에서의 실험 결과를 종합적으로 정리하면 다음과 같다. 성능 기준은 e9-1-1 Phase2에서 정하는 무선 측위 성능 기준인 CEP67, CEP95를 기준 [10]으로 정했다.

실험 결과에 따르면, CEP67의 경우 평균 오차가 기존 측위서버에 비해 약 112% 감소되었고 CEP97의 경우 약 119% 오차율이 감소되었다.

5. 결론

내년부터 국내에서 상용화 되는 휴대인터넷은 기존 이동통신망과 다른 표준 규격과 기반 기술을 갖고 있다. 이에 본 논문은 휴대인터넷 상에서 위치기반 서비스를 활성화시키기 위해 기반 기술인 측위서버 구현 방안에 대한 연구를 수행하였다. 본 논문은 우선 휴대인터넷 상에서의 TDOA기반 무선 측위 기술에 대한 관련 연구 결과[4]를 바탕으로 안정성과 확장성을 고려한 측위서버

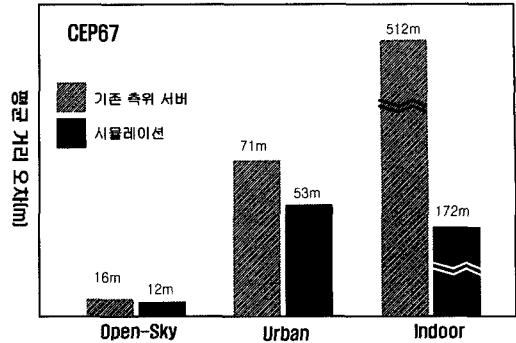


그림 8 실험결과 요약 (CEP67)

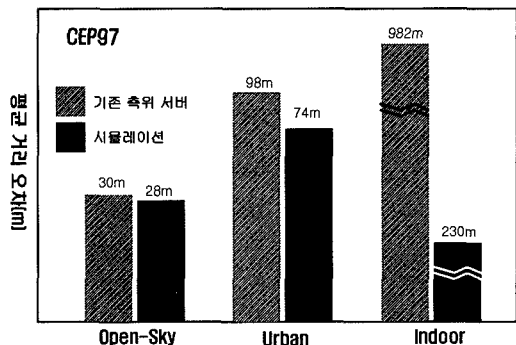


그림 9 실험결과 요약 (CEP97)

의 소프트웨어 구조, 휴대인터넷 망의 특성과 통신 효율성을 고려한 네트워크 인터페이스 설계 그리고 TDOA 기반 측위 알고리즘을 시스템에 적용하기 위한 방법을 제시하였다. 시뮬레이션을 통한 측위 성능 평가 결과로 기존 제품의 측위 결과에 비해 115% 정도 측위 오차가 줄어들었다.

향후 측위서버의 핵심 기능인 측위 계산 방법에 대한 개선 연구가 필요하다. 예를 들면, 중계기에 대한 전파 신호 구별 및 결과 값 보정 방법이나 실제 상용화된 휴대인터넷 망의 특성 분석을 통한 보다 세밀한 측위 알고리즘 개선과 같은 연구 분야들이 있다. 측위서버 구현에 필요한 이러한 기술들에 대한 연구를 통해 저비용 고효율성을 보장하는 휴대인터넷용 측위서버가 상용화 될 것으로 기대한다.

참고 문헌

[1] Geodesy Course Maa-6.285, "Navigation Methods," Helsinki University of Technology, p.4.  
 [2] N.F. Krasner, G. Marshall, W. Riley, "Position Determination Using Hybrid GPS/Cellphone Ranging," Qualcomm, pp.5-7.  
 [3] Li Cong, Weihua Zhuang, "Hybrid TDOA/AOA

Mobile User Location for Wideband CDMA Cellular Systems," *IEEE TRANSACTIONS ON WIRELESS COMMUNICATIONS*, 3(1), pp.440-441, 2002.

- [ 4 ] 서울대학교 자동화시스템 공동연구소, "휴대인터넷을 이용한 무선측위 가능성 연구", *최종연구보고서*, pp.?-?, 2005.
- [ 5 ] SnapTrack, "Location Technologies for GSM, GPRS and UMTS Networks," *QUALCOMM White paper*, pp.10-11, 2003.
- [ 6 ] 최해욱, "위치기반 서비스(LBS, Location-Based Services)", *TTA 저널*, 제86호, p.60, 2003.
- [ 7 ] 차재선, Handover in WiBro, ETRI 이동통신연구단, TTA WiBro 표준 및 상용화 기술 세미나, pp.3-6, 2005.
- [ 8 ] TTA, "2.3GHz 휴대인터넷 표준-물리계층", *TTA.KO-06.0065/R1*, pp.1-27, 2004.
- [ 9 ] 한국정보통신산업협회, "GPS기반 LBS시장의 동향과 전망", *해외정보통신동향자료*, 10월호, p.3, 2002.
- [10] TSI Telecommunication, "A Wireless Carrier's Guide to Wireless 9-1-1," TSI Telecommunication, p.45, 2001.



심 우 호

1997년 인하대학교 전자계산학과(공학사). 1999년 인하대학교 전자계산학과(공학석사). 2000년~2003년 마인드웨어 개발팀장. 2003년~2005년 신지소프트 부설연구소 과장. 2005년~현재 서울통신기술 통신기술연구소 책임 연구원. 관심분

야는 IMS(IP Multimedia Subsystem), IP기반 NGN, AI/Knowledge Representation, HMI(Human Machine Interface)