

GPS 단말기에서의 주기적 위치 측위에 따른 전력소모 최소화 방안 연구

Study on reduction of power consumption in GPS embedded terminals with periodic position fix

배성수*, 김동구**, 김태민*, 한창문*, 김병철***

Seong-Soo Bae*, Dong-Ku Kim**, Tae-Min Kim*, Chang-Moon Han*, and Byeong-Cheol Kim***

요 약

본 논문은 기존 이동통신 단말기에서 Network-Assisted GPS 기반 위치측위방법의 개선에 관한 것으로서 이동통신 단말기가 전원이 켜져 있는 동안에는 항상 주기적으로 GPS 측위를 수행하도록 구현하고, 측위 된 위치 값을 단말기 내부 메모리에 저장하여 관리하게 구현함으로써 측위시간 단축 및 in-building 진입여부를 용이하게 판단할 수 있도록 구현하였으며, 이때 이동통신 단말기가 주기적 위치측위를 수행함으로써 발생하는 배터리 소모량을 최소화하기 위해 GPS 가시 환경 여부, 이동통신단말기의 이동성에 따라 GPS 측위 주기를 유연하게 조정함으로써 대기시간을 최대화 하는 방안을 제안했다. GPS 가시환경 및 음영환경을 구분하기 위하여 20초 동안 GPS 측위가 불가능하면 음영지역으로 정의 했다. 그리고, 단말기의 이동 여부에 따라 GPS 측위 주기를 조절하기 위해 5회 누적된 위치 정보를 이용한 누적 속도가 0.5 ~ 0.8m/sec 이하이면 정지상태로 정의했다. 이를 바탕으로 가시지역 및 음영지역에서 정지상태에서 GPS 측위 주기를 본 논문에서 제시한 주기로 설정한 경우 실제 단순 주기적인 GPS 위치 측위 대비 단말기 전류 소모량이 20 ~ 30% 이상 감소함을 확인했다.

Abstract

This thesis is about the reduction of the power consumption in GPS embedded terminals with periodic position fix to improve the time delay of position determination. In order to improve time delay of position determination during the wireless terminal is powered on, it needs to be set such that it can be periodically recalibrated by the GPS and those recalibrated values need to be saved in the terminal's memory so that it can reduce the time delay from the request of location. By using the trace of the information that's been saved in the terminal's memory, it can be set so that it'll be easier to determine whether the wireless terminal has gone into buildings and have the capability of checking if it has gone into a specific building. Likewise, while the terminal is turned on, in order calibrate the location, it needs to continuously work the GPS engine which leads to a rapid decrease in terminal's idle time. This thesis proposes some solutions regarding these issues - reducing 20 ~ 30% of the battery consumption for GPS visible situation that can occur when the wireless terminal periodically calibrates its location to determine the in-building status, and extending the idle time of the terminal by flexibly using the suggested GPS calibration time method according to wireless terminal's mobility.

Key words : the reduction of the power consumption in GPS, GPS based position determination

* 에스케이텔레콤(SK Telecom. co. Ltd.)

** 연세대학교 전자.통신공학(Yonsei University)

*** 유비쿼스 (ubiquix co.)

· 제1저자 (First Author) : 배성수

· 접수일자 : 2007년 7월 19일

I. 서 론

이동통신단말기가 일반화 되어가면서 이동통신단말기는 기본적인 음성통화 외에도 다양한 기능으로 사용할 수 있다. 특히, 최근에는 이동통신 단말기를 이용하여 친구의 위치를 찾을 수 있고 내 위치를 조회하여 길을 찾거나 차량 Navigation으로 활용할 수 있다. 이러한 이동통신 단말기 기반의 위치기반 서비스를 LBS (Location Based Service)서비스라고 한다. LBS 서비스는 초기에는 기지국 기반으로 이동통신 단말기가 어느 기지국에서 서비스를 받는지 여부로 이동통신 단말기의 위치를 판단하여 주변의 정보를 제공하거나 친구가 어느 동네에 있는지에 대한 정보를 제공했었고, 최근에는 이동통신 단말기에 인공위성으로부터의 정보를 수신하여 위치를 측정할 수 있는 위성항법장치(GPS: Global Positioning System)센서를 기본으로 장착함으로써 기존의 기지국기반보다 훨씬 정밀한 수십Meter 단위로 정밀하게 이동통신 단말기의 위치를 측정할 수 있게 되었다[2][3][4].

이동통신단말기를 이용한 GPS 위치측위방법은 3GPP2의 표준문서인 IS-801에 제정되었으며, CDMA 모뎀 개발사인 Qualcomm에서 제품으로 상용화했다 [1][6][7][8].

Qualcomm의 GPS 엔진은 크게 3가지 모드를 지원한다[6][7][8].

첫 번째가 MS-Assisted 모드로서 Network의 PDE(Position Determination Entity)에서 현재 이동통신 서비스지역의 위성배열 등에 대한 정보를 미리 수집하여 단말기에게 제공하고, 이 정보를 바탕으로 단말기는 GPS 측위를 수행하고 GPS 측위 결과를 PDE로 전송하면 PDE는 실제 단말기의 위경도를 계산하는 방식이다. 이것은 Network에서 GPS 정보제공, 단말기의 측위 및 단말 측위결과의 Network으로의 전송 단계로 구성되며, 이러한 여러 번의 단계로 인해 수십 초 이상의 시간이 소요된다[6][7][8].

두 번째가 MS-Based 모드로서 이동통신 단말기는 초기 1회 Network의 PDE로부터 GPS 정보를 수신하여 이후에는 1~2시간 동안은 PDE로부터의 GPS 정보 갱신 없이 단말기가 자체적으로 GPS 측위를 수행하고 단말기의 위경도 까지 계산할 수 있는 모드이다.

이것은 초기 1회 Network 접속에 따른 시간이 수십 초 소요되지만 이후에는 단말기가 자체적으로 위치를 계산하므로 2~3초 내에 단말기 위치를 계산 할 수 있다[6][7][8].

세 번째 모드는 Autonomous 모드로서 이동통신단말기는 Network의 PDE 도움 없이 GPS 정보 획득, GPS측위 및 위경도 계산까지도 단말기 독자적으로 할 수 있는 기능이다. 하지만 Autonomous 모드에서는 초기 위치를 계산하는데 MS-Assisted나 MS-Based 모드 보다 훨씬 긴 시간인 수분이 소요될 수 있다 [6][7][8].

본 논문에서는 이중 두 번째 모드인 MS-Based 모드를 활용하여 이동통신 단말기 대기시간 동안 지속적으로 위치측위를 수행하여 이동통신단말기의 응용 프로그램이나 Network으로부터의 위치요청이 있는 경우 즉각적으로 최근에 측위 된 결과를 제공하여 위치 요청에 대한 서비스 소요 시간을 최소화 하도록 구현했다. 이때 단말기에서 주기적인 위치측위를 위해서는 상당한 대기시간의 감소가 발생하는데 GPS 환경이 양호한 지역에서 5분 단위의 주기로 계속해서 GPS 위치 측위를 수행하는 경우에 기존 이동통신 단말기 대기시간의 약 80% 까지 감소가 예측된다. 그래서 본 논문에서는 이동통신단말기의 응용프로그램이나 Network으로부터의 위치 요청에 대한 응답시간은 최소로 하면서 단말기 대기시간 감소는 최소가 되도록 하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제1장은 연구배경 및 목적, 최근의 기술 동향에 대하여 기술하였으며, 제2장은 이동통신단말기에서의 위치측위 기술 개요로 LBS 서비스 및 GPS 기술을 기술하였다. 제3장에서는 본 논문의 제안배경 및 구현방안에 대해 기술하고, 이를 바탕으로 제4장에서는 구현된 방안의 현장 시험 및 분석결과를 통하여 제안된 알고리즘의 효과를 고찰하였으며, 제5장은 결론과 향후 연구 과제에 대하여 논의 하였다.

II. 위치측위 기술 개요

2-1 LBS 서비스 개요

위치기반서비스(Location Based Service)는 이동통신 기술의 발전과 더불어 다양한 통신망에서 이동단말의 위치를 계산하여 사용자의 위치를 수집하고 이 위치정보를 가공하여 다양한 콘텐츠를 제작, 제공하는 서비스이다.

2-2 GPS 기술 개요

위성항법 장치(GPS: Global Positioning System)란 미 국방성에서 개발한 군용 항법시스템으로 오늘날 지구 전역에서 사용이 가능한 항법 시스템이다. GPS 위성은 지구전역을 공전하면서, GPS 신호를 방송하고, 지구 어디에서든지 최소 4개 이상의 위성이 보이도록 배치되어 있다[2].

GPS 측위 원리는 2차원의 삼각 측량법을 3차원 공간상에 적용해서 계산한다. 2차원 상에서 삼각 측량법은 위치를 알고 있는 두 점을 각각 (x_1, y_1) 과 (x_2, y_2) 라 하고, 미지의 한 점을 (U_x, U_y) 라고 할 때 위치를 아는 두 점과 미지의 점 사이의 거리를 이용해 미지의 한 점의 위치를 구하는 방법이다. 동일한 방법으로 3차원 공간상 삼각 측량법은 3차원 상에서는 위치를 알고 있는 3개의 점(이에 해당하는 것이 GPS 위성)이 필요하다. 그리고 GPS 수신기의 시각오차보정을 위하여 한 개의 위성이 더 필요하다. GPS 기술을 이용하여 단말기와 위성 사이의 거리를 측정하여 3차원 공간상의 단말기 위치를 계산할 수 있다[2].

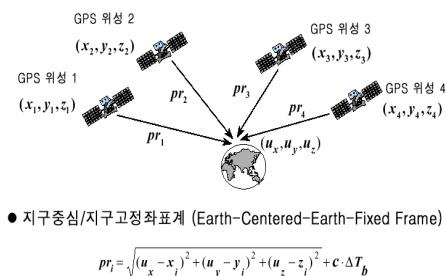


그림 1 GPS 위치계산식

Fig. 1. The formula of GPS position determination

2-3 이동통신 단말기 위치측위 방식

본 논문에서는 이동통신 단말기가 주어진 환경에 따라 기지국 기반 위치측위 혹은 GPS기반 위치측위를 할 수 있는 단말기에 대한 것이다. 기지국 기반 위치 측위는 단말기가 현재 서비스를 받고 있는 기지국의 위치를 기반으로 위치정보를 제공하는 기능으로 단말기의 위치에 따른 영향보다는 기지국 구성에 따라 정확도가 영향을 많이 받는다. GPS 기반 방식은 단말기가 GPS를 활용하여 위치측위를 하므로 GPS가 충분히 보이는 환경에서는 훨씬 정밀한 위치 측위가 가능한 방식으로 단말기의 위치에 따라 측위 시간 및 위치정확도의 차이가 크다.

기지국 기반 방식(Cell-ID방식)은 단말기가 속해있는 기지국 커버리지를 이용하여 단말기의 위치를 파악하는 것이다. 기지국 기반의 위치정확도는 최저 수백Meter에서 수십Km이며(500m ~ 10Km), 위치정보 또한 단말기의 실제위치가 아니라 서비스를 받고 있는 기지국의 위치이며 측위 시간은 3~4초가 소요된다.

GPS 기반 방식은 우주의 24개 GPS 위성을 이용하여 정확한 단말기의 위치를 파악할 수 있는 기술로서 위치 정확도는 수십 Meter에서 수백Meter이내(10m < 정확도 < 150m)이며 측위에 걸리는 시간은 측위방식에 따라 2~5초 혹은 10~15초가 소요된다.

GPS 측위방식은 크게 3가지로 구분된다. 첫 번째 방식은 Mobile-Assisted 방식으로 위치측위 시 Network의 PDE로부터 GPS 위성관련 Aiding Data를 받아서 GPS 신호를 측정하고 해당 결과를 PDE로 전송하면 PDE에서 단말기의 위치를 계산하는 방식이다. 이 방식은 Network으로부터 Aiding Data 수신, GPS 측위 및 GPS 측위 결과의 Network 전송으로 인해 10~15초가 소요된다. 두 번째 방식은 Mobile-Based 측위방식으로 단말기는 매 2시간에 1회씩 Network의 PDE로부터 GPS관련 Aiding Data를 갱신하고 실제 위치 측위 시에는 단말기가 자체적으로 GPS 신호를 측정하고 위치를 계산한다. 그래서 위치측위에 소요되는 시간이 2~3초가 소요된다. 세 번째 방식은 Network의 어떤 도움도 없이 단말기가 GPS로부터 바로 모든 GPS 정보를 갱신하고 GPS 신호 측정 및 위치계산도 단말기가 함으로서 매 측위에 소요되는 시

간은 1~3초가 소요된다. 하지만, 세 번째 방식은 초기 GPS 기반 위치 측위를 위해 GPS 정보를 갱신하는 되 수분까지 소요되므로 실제 이동통신 서비스가 가능한 지역에서는 이 방식을 사용하지 않는다.

Ⅲ. 주기적 위치 측위 제안배경 및 구현방법

3-1 주기적 위치 측위 제안배경

망이나 사용자의 요청에 의하여 GPS 신호검색을 시작하는 기존의 이동통신 단말기에서의 GPS 구동 방식은 ① 측위를 위하여 매번 Network 접속을 수행해야 하므로 GPS 구동을 위한 시간지연이 발생하며, ② In-Building 환경에서 GPS 측위실패로 인한 기지국 기반 측위가 80% 수준을 차지하는 등의 문제점이 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 단말 Idle 상태에서 비주기적으로 GPS 신호를 검색하여 측위 된 위치정보를 단말기 내부 메모리에 저장 관리함으로써 단말기 Application이나 Network로부터의 위치기반서비스를 요청 받는 경우에 측위를 위한 별도의 GPS 구동 및 추가 Network 접속시간에 따른 시간지연 없이 즉시적 위치정보를 제공할 수 있도록 하는 것이다. 제안된 방식을 적용 시 위치 측위를 위한 구동시간지연 제거로 인해서 위치정보당 측위 비용이 감소되고, 단말기 메모리에 저장된 최신의 GPS 측위 결과를 활용하여 in-building 환경으로의 단말기 진입여부를 용이하게 판단할 수 있다.

3-2 주기적 위치 측위 방법

그림3-1은 GPS를 지원하는 이동통신 단말기에서 기존 타인의 위치를 조회하는 서비스를 제공하는 경우의 위치측위를 위한 Network 과 단말기간의 호 처리 절차이다. 먼저 인터넷이나 타 단말기에서 해당 단말기의 위치를 조회하면 이 요청은 LBSP로 들어온다. ① LBSP는 해당 단말기에게 위치를 요청하고, ② 위치 측위를 요청 받은 단말기는 GPS 기반 위치 측위를 위한 GPS 위성정보를 Network의 PDE에게 요청하여 ③ GPS 측위를 위한 측위 보조 정보를 PDE로

부터 수신하여 ④ GPS 신호 측정을 시작하고 ⑤ 측정된 GPS 신호를 다시 Network의 PDE로 전송하면 ⑥ PDE에서는 측정된 GPS 신호를 이용하여 해당 단말기의 위경도 위치를 계산하여 서비스를 요청한 LBSP로 제공한다.

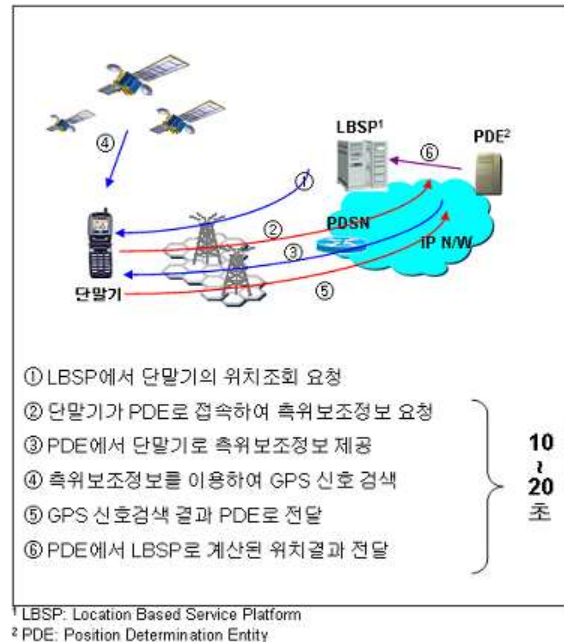


그림 2 기존 GPS기반 위치측위 호 처리
 Fig. 2. Call flow for normal GPS based Position determination

그림 3-2는 이동통신 단말기가 비주기적 위치측위를 수행할 수 있도록 개선된 호 처리 절차이다. 이동통신 단말기는 초기 전원 ON시나 비주기적 위치 측위 엔진이 구동 시 1회 혹은 매 2시간 주기로 Network에 접속하여 PDE로부터 GPS 측위를 위한 GPS 보조정보를 갱신한다. 이 후 본 논문에서 제안된 알고리즘에 따라 배터리 소모량은 최소화 하면서 가장 최신의 위치 정보를 제공할 수 있도록 단말기는 ① 비 주기적 위치 측위를 수행한 결과로 측위 된 위치정보를 단말기 내부 메모리에 저장/관리한다. 이후 인터넷이나 이동통신 단말기를 이용하여 해당 단말기 위치 조회 요청이 LBSP로 입력되면 ② LBSP는 단말기에게 최신의 현재 위치 정보를 요청하고, ③ 단말기는 별도의 GPS 기반 위치 없이 메모리에 저장된 최신의 위치 정보를 LBSP로 즉시 전송하도록 한다.

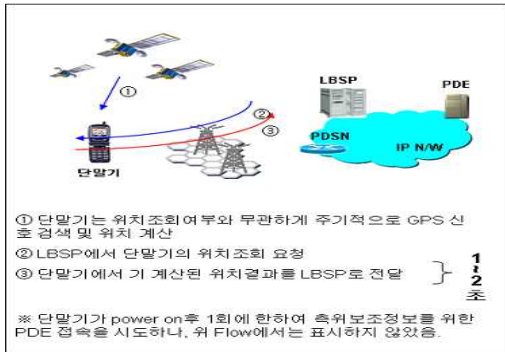


그림 3. 주기적 GPS기반 위치측위 호 처리
Fig. 3. Call flow for GPS based position determination

개선된 호 처리를 적용하여 GPS 기반 위치측위를 5분 주기로 수행하는 경우 GPS 연속구동에 따른 전류소모, 단말 자체 대기시간 소모전류를 고려하여 단말기 총 대기시간을 계산하면 5분 주기 측위인 경우 배터리 소모는 그림 3-3에서와 같이 80%까지 감소할 수 있을 것으로 예측이 된다. 주기적 GPS 위치측위에 따른 대기시간 계산을 위해 기존 일반단말기의 대기시간 시의 평균적인 소모전류, GPS 단말기에서의 GPS 측위 시 소모전류 및 GPS 측위 소요시간을 아래와 같이 가정한다.

- 대기전류평균소모량: 7.4 mA (일반단말 측정치 평균)
- GPS 측위전류평균소모량: 70 mA (GPS단말 측정치 평균)
- 1회 측위당 평균 GPS 신호검색시간: 3초
- 배터리 기준용량: 900 mAh

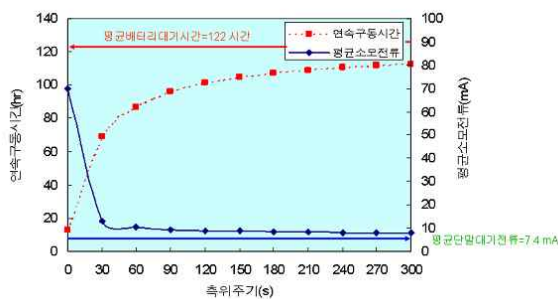


그림 4. 주기적 GPS 위치 측위 시 대기시간 예측
Fig. 4. Assumption of Idle time for GPS based position determination

그림3-3에서와 같이 단순 5분 단위의 위치 측위를

수행하는 경우 80%까지의 대기시간 감소를 초래한다. 그리고 그 외에도 GPS환경에 따른 GPS측위 시간의 증가로 인해 대기 시간은 예측된 대기시간보다 훨씬 짧아 질 수 있다.

본 논문에서는 GPS구동에 따른 전류소모 최소화를 위해서 GPS 음영/가시지역 판단, 단말의 이동/정지상태의 판단을 통해 Flexible하게 GPS측위 주기 조정을 통해 대기시간 감소를 최소화 하고자 한다. 그래서 GPS음영지역에서는 가능한 빠른 시간에 GPS음영지역을 판단하여 GPS구동을 정지 시키고, GPS 가시 지역에서는 짧은 시간에 GPS측위를 완료할 수 있도록 한다. 또한 GPS가시 지역에서 단말기가 정지상태에서는 GPS측위 간격을 늘려서 배터리 소모를 최소화 하고, 이동 속도가 빠른 경우에는 GPS측위 주기를 짧게 하여 이동에 따른 위치 오류를 최소화 했다.

3-3 주기적 위치측위 기능 구현

아래 그림3-4는 본 논문에서 제안된 주기적 위치측위 관리모듈(Position Fix Manager) 구성도로서 주기적 위치 측위 및 관리를 제어하는 위치측위관리모듈이다. 위치측위 관리모듈은 Qualcomm의 GPS측위 모듈인 PDSM과 연동하여 위치 측위 수행, 측위 된 결과의 저장(LBS DB), 측위주기 조절모듈(Monitor)의 구동, 음영/가시 지역 판단에 따른 측위 방식 결정, 그리고 측위 결과에 대한 품질 향상 등의 기능을 수행한다.

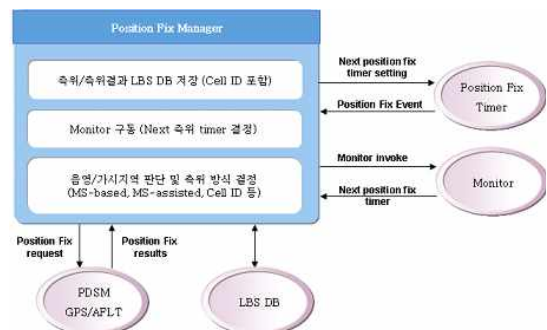


그림 5. 주기적 위치측위 관리모듈 구성
Fig. 5. Position determination Manager Module

위치측위 관리모듈은 단말기 내의 응용프로그램이나 무선망으로부터의 위치 요청을 받으면 Background로 실제 위치 측위를 실시한다. GPS 기반 측위는 Qualcomm PDSM과 연동하여 수행하며, 기지국기반(Cell ID방식) 측위는 이동통신 단말기의 호처리 모듈(Call Manager)와 연계하여 수행한다. GPS 단말기의 경우 기본적인 측위방식은 가시 지역에서는 Qualcomm MS-Based GPS 기반 위치 측위를 수행하고 음영 지역에서는 기지국 기반(Cell ID방식) 측위를 수행한다. 위치측위 관리모듈은 GPS 측위 결과가 성공적일 경우 해당 측위 결과 값을 단말기 메모리(LBS DB)에 저장한다.

위치측위 관리모듈은 측위 결과가 성공이던 실패이던 상관없이 매번 측위가 종료될 때마다 측위주기 조절모듈을 구동시킨다. 위치측위 관리모듈은 측위주기 조절모듈에 측위 결과, GPS 환경 및 이동속도를 전달하게 되며, 측위주기 조절모듈은 이들 값을 이용하여 전류소모를 최소화하기 위한 측위 주기를 계산하여 위치측위 관리모듈에 전달한다. 위치측위 관리모듈은 이 값을 이용해서 다음 번 측위를 위한 타이머를 설정하게 된다.

위치측위 관리모듈은 음영지역과 가시지역판단을 Qualcomm MS-Based GPS측위결과를 바탕으로 성공 여부를 판단 한다. 즉, Qualcomm MS-Based GPS 측위 결과가 성공하면 가시지역, N회 이상 실패하면 음영 지역으로 판단한다. 이를 위해 위치측위 관리모듈은 음영지역에서도 음영지역 측위 방식 외에 가시지역 진입 판단을 위해 Qualcomm MS-Based GPS 측위를 주기적으로 실시한다. 가시지역 진입 판단을 위한 Qualcomm MS-Based GPS 측위 주기는 측위주기 조절모듈이 전류소모량을 가장 효율적으로 사용할 수 있는 범위 내에서 결정 한다

측위주기 조절모듈은 측위 결과를 결정하는데 사용하는 입력 데이터로 그림3-5처럼 Qualcomm MS-Based GPS 측위 결과(측위 성공 여부 포함), 기본 측위 주기, 그리고 현재 배터리 레벨 값 등이 포함되며 이를 통해 새로운 측위 주기를 계산하게 된다.

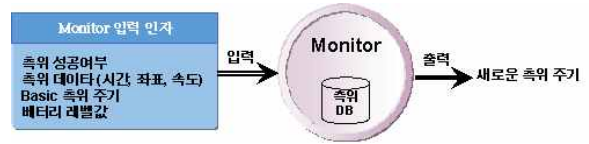


그림 6. 주기적 위치측위 주기조절 모듈 구성
Fig. 6. Position determination control Module

주기적 위치측위 주기조절 모듈(Monitor)는 음영 지역과 가시지역에서의 동작모드 구분되어 동작하도록 구현했다.

음영지역에서는 위치측위 관리모듈과 마찬가지로 측위주기 조절모듈도 Qualcomm MS-Based GPS 측위의 결과가 실패할 경우 음영지역으로 판단한다. 만약 Qualcomm MS-Based GPS 측위가 2회 이상 실패하게 되면 측위주기 조절모듈은 단말이 음영지역에 있다고 판단하며 그때부터 Qualcomm MS-Based GPS측위 주기를 조금씩 늘리되 최대 10분이 넘지 않도록 한다. 음영지역에 단말이 있다가 가시지역으로 이동하게 되면, 즉, Qualcomm MS-Based GPS 측위가 성공하게 되면 측위주기조절모듈은 즉시 기본 설정된 측위 주기로 주기 값을 변경한 후, 이후부터는 가시지역에서의 동작을 수행하게 된다.

가시 지역에서 측위주기 조절모듈은 단말의 이동성을 판단하게 된다. 기본 개념은 단말의 이동이 없을 경우 주기 값을 점차적으로 늘리고, 단말이 이동하게 되면 주기 값을 기본 설정된 주기로 복구시키는 것이다.

이동성 판단을 위해 측위주기 조절모듈 내부에는 최대 N (본 논문에서는 5개로 구현됨)개까지 측위 결과를 저장한다. 위치측위 관리모듈로부터 전달된 Qualcomm MS-Based GPS 측위 결과를 측위주기 조절모듈은 내부 메모리에 순차적으로 저장하며 N개가 모두 찼을 경우 N개의 데이터를 검사하여 단말의 이동 상태를 판단한다. 위치정보는 Circular Buffer에 저장하고 Buffer가 가득 찼 경우 가장 오래된 데이터가 삭제되어 항상 최근 N개 측위 결과가 저장되는 구조이다.

IV. 주기적 위치측위 실험 및 결과고찰

4-1 주기적 위치측위 시 전력소모량 계산

본 논문에 제안된 방법에 따라 위치측위 관리모듈 (Position Fix Manager)을 적용한 후 GPS 가시 환경에 따른 GPS 지원 이동통신 단말기의 실제 전력 소모량을 계산하기 위해서 실제 현재 상용화된 GPS 기반 이동통신 단말기에서의 GPS 가시 환경, GPS 측위시간, CDMA Sleep 모드 등의 전류 소모량을 측정하여 아래와 같은 실측 데이터를 얻었으며 본 논문의 단말 전류 소모량 계산은 해당 실측 데이터를 근거로 했다.

본 논문에서 GPS 기반 주기적 위치측위 방법은 Qualcomm MS-Based Tracking Mode를 사용했으며 측정환경은 고정점 및 이동 중에 GPS 측위 시 단말기가 소모하는 전류를 레코더를 이용하여 측정한 결과이다. 그림 4-1 은 단말기가 가시 환경에서 GPS측위를 수행할 때의 전류 소모량을 기록한 예이다.

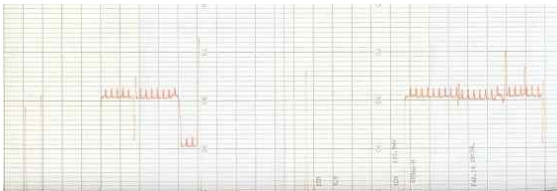


그림 7. GPS단말 전류소비량 측정
Fig. 7. Current consumption of GPS terminal

본 논문의 위치측위 관리모듈기능을 구현한 단말기의 배터리 용량, 각 모드 별 전류 소모량 측정치는 아래와 같다. 전류 소모량 측정치는 현재의 상용망 환경에서 대기상태에 있는 단말기의 전류 소모량을 측정할 결과이다.

- 배터리 용량: 900 mAh (단말 매뉴얼 기준)
- 대기시간: 221시간 (단말 매뉴얼 기준)
- CDMA 탐색 주기: 5초 (CDMA Slot Cycle Index = 2인 경우)
- CDMA Search 평균시간: 0.2초 (실측자료)
- CDMA Sleep 소비전류: 1.1mA (실측자료)
- CDMA Search 소비전류: 15.1mA (산출자료)
- GPS 측위 소비전류: 110mA (실측자료)

- 차량 이동 시 측위 성공 확률: 약 87% (실측자료)
- 차량 이동 시 측위 실패 확률: 약 13% (실측자료)
- 이동 중에 측위 성공 시간 평균: 약 9.3초 (실측자료)
- 이동 중에 측위 실패 시간 평균: 약 21.5초 (실측자료)
- 음영지역에서 평균 측위 시간: 38.8초 (실측자료)

GPS기반 이동 통신 단말기의 주기적인 GPS측위 수행 시 소모하는 총 소모전류는 아래 식 (4-1)에 따라 계산했다.

$$\begin{aligned}
 & \text{총 배터리 소모량} = \text{CDMA Sleep Current} \\
 & + \text{CDMA Search 소비전류} \\
 & + \text{GPS 측위 성공 시 소비전류} \\
 & + \text{GPS 측위 실패 시 소비전류} \\
 & + \text{GPS 음영지역에서 소비전류} \\
 & + \text{GPS 미 측위 시 Hand-off 소비전류} \\
 & + \text{GPS 측위 도중 Hand-off로 인한 소비전류}
 \end{aligned}
 \tag{4-1}$$

4-2 주기적 위치 측위 시 위치오류 최소화

위치측위관리모듈은 측위 된 위치 결과의 위치 오류를 최소화하기 위해 Qualcomm GPS 측위모듈 (PDSM)로부터 전송 받은 위치정확도(Location Uncertainty)값을 검사한다. 이것은 가시권에서 Qualcomm MS-Based 모드로 GPS측위가 성공한 위치 결과에 대해 수행한다. Qualcomm PDSM은 3가지 종류의 위치정확도 값을 리턴 하는데 이들 값과 위치측위 오류에 대한 관계는 실험을 통해 이들 3개의 변수 중 어느 한 개라도 19이상인 경우는 잘못된 위치측위결과로 결정했다. 표4-1은 실험을 통해 얻어진 위치정확도와 위치오차표준편차와의 비교표이다.

표 1. GPS위치측위 정확도
Table 1. Accuracy of GPS based position determination

위치측위정확도	위치오차 표준편차 (meters)	판단
0	0.5	양호

1	0.75	양호
2	1	양호
3	1.5	양호
4	2	양호
5	3	양호
6	4	양호
7	6	양호
8	8	양호
9	12	양호
10	16	양호
11	24	양호
12	32	양호
13	48	양호
14	64	양호
15	96	보통
16	128	보통
17	192	보통
18	256	보통
19	384	불량
20	512	불량
21	768	불량
22	1024	불량
23	1536	불량
24	2048	불량
25	3072	불량
26	4096	불량
27	6144	불량
28	8192	불량
29	12288	불량
30	> 12288	불량
31	범위밖	불량

표 4-1의 위치정확도 값이 15~16인 값들은 실험 결과 어느 정도 오류를 보이는 값들이지만 원래 위치에서 256 meter가 벗어나지 않아 측위 결과로 채택하고 있다.

그림4-2, 그림4-3, 그림 4-4는 위치측위관리모듈을 이용하여 동일지역에서 Qualcomm MS-Based GPS 측위가 가능한 실내에서 정지 상태에서 위치측위를 수행한 결과를 지도에 표시한 것으로 지도상의 순서 값은 위치측위 관리모듈에 의해 주기적으로 GPS 측위된 위치 측위 결과의 순서이다. 그림4-2, 그림4-3은 위치정확도를 적용 전에 측위결과로서 적색 박스 안

의 점들이 불규칙적으로 튀는 점들은 위치 측위 오류가 발생한 경우이다. 그림 4-4는 위치정확도를 적용하여 불규칙적으로 튀는 점들이 제거되어 위치 측위 품질이 향상됨을 보여 주고 있다.



그림 8. GPS 위치 측위 위치정확도 보정 전(1)
Fig. 8. Before compensation of Position error (1)



그림 9. GPS 위치 측위 위치정확도 보정 전(2)
Fig. 9. Before compensation of Position error (2)

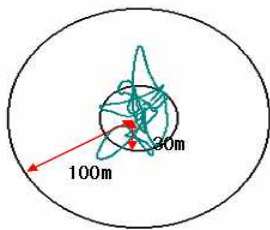


그림 10. GPS 위치 측위 위치정확도 보정 후
Fig. 10. After compensation of Position error

4-3 주기조절을 위한 이동/정지 여부 판단기준

GPS 기반 위치 측위 성능은 GPS 위성의 배치상태, 기상상태, 전파환경에 영향을 줄수 있는 그 외의 요

소들 및 시간에 따라 위치 측위 오류가 발생하므로 위치오차는 일정시간 동안 위치평균을 한 확률적 위치오차 발생확률로 정의하고, 이를 위치 평균 기법 (Position averaging)이라고 한다. 일반적으로 1시간 동안 정지 상태에서 GPS 위성신호를 수신하여 위치평균기법으로 사용하여 위치를 계산하면 그림 4-5와 같이 93.6%가 100미터 이내의 오차 안에서 위치 측정이 가능하다. 그래서 본 논문에서는 정지 상태에서 GPS 최대 위치 허용 오차를 100미터로 설정했다.



위치오차	확률
0-50 미터 이내	61.6%
50 미터 이상	32%
100 미터 이상	5%
130 미터 이내	1%
150 미터 이내	0.3%
200 미터 이내	0.006%

참고: Peter Bennett의 GPS FAQ

그림 11. 정지 상태에서 GPS 측위 오차

Fig. 11. GPS position error for stationary position

이동성은 측위주기조절모듈에서 측위주기를 결정하는데 사용하는 인자 중에 하나이다. 즉 이동량이 적으면 위치변경이 없을 것이므로 측위주기를 늘리고, 이동량이 많으면 측위주기를 원래대로 환원하는 등의 판단을 하는데 사용하게 된다. 이를 위해 정지 상태에서의 측위결과와 이동 중의 측위결과를 비교해서 어떤 인자를 판단 근거로 할지를 결정할 필요가 있다. 이를 위해 먼저 위경도 차이를 거리로 계산한 후에, 이를 측위주기로 나누면, 측위 사이의 평균속도를 구하고 이를 히스토그램으로 표시하여 정지 상태와 이동 상태를 구분할 수 있는지 여부를 실험데이터를 통해서 분석해 본 5회 평균 이동속도가 0.8~0.9 m/sec 이하이면 정지 상태로 판단할 수가 있다.

수평평균속도를 계산하기 위해서는 위경도 차이를 거리로 환산해야 하고, 또 이를 측위간격 시간으로 나누는 등의 작업이 필요하다. 그래서 측위결과로 얻을 수 있는 수평속도로 이동 중인지 정지 상태인지의 판단이 가능한 지 여부를 실험 하였다

그림 4-6은 현재 측위된 위경도와 바로 이전에 측위된 위경도를 거리로 환산해서 측위간의 시간을 나눈 값, 즉 측위간의 평균 이동속도의 히스토그램이

다. 이 결과에 의하면 정지, 이동을 판단하기에 너무 많은 부분이 겹친다는 것을 알 수 있다.

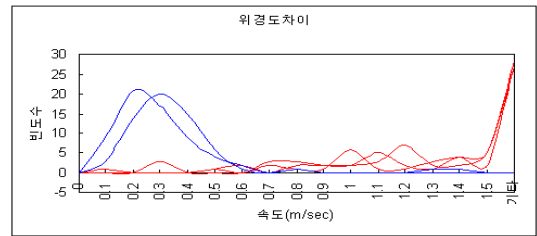


그림 12. 이동/정지 판단을 위한 이동속도 누적그래프(1회 평균)

Fig. 12. Cumulative graph of velocity for one time

그림 4-7은 평균 이동속도를 3회 평균한 평균 이동속도의 히스토그램이다. 이 결과는 그림 4-6보다는 정지 상태와 이동상태의 분리가 가능하지만 역시 겹치는 부분들이 있어서 판단 근거로 활용하기에는 부적합하다고 할 수 있다. 이 결과에 의하면 정지, 이동을 판단하기에 많은 부분이 겹친다는 것을 알 수 있다.

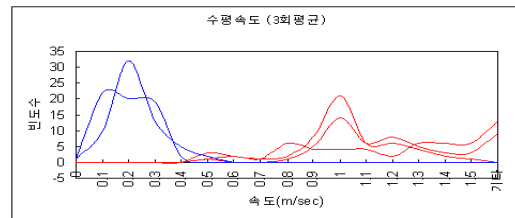


그림 13 이동/정지 판단을 위한 이동속도 누적그래프(3회 평균)

Fig. 13. Cumulative graph of velocity for three time

그림 4-8은 평균 이동속도를 5회 평균한 평균 이동속도의 히스토그램이다. 이 결과는 그림 4-7의 3회 평균대비 정지 상태와 이동상태의 분리가 더 명확히 가능하므로 이 결과에 의하여 정지, 이동을 판단하기로 결정할 수 있다.

즉, 실험결과 누적된 N개 이상의 속도 평균에 의해서 이동 중인지 정지 상태인지를 판단하기 위해서는 그림 4-8과 같이 최소 5회 이상의 위치 측위 결과가 0.8~0.9 m/sec이하인 경우 정지 상태로 판단이 가능하다.

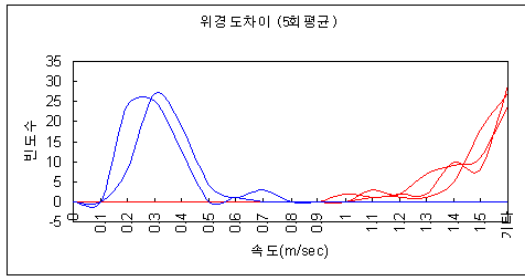


그림 14. 이동/정지 판단을 위한 이동속도 누적그래프(5회 평균)

Fig. 14. Cumulative graph of velocity for five time

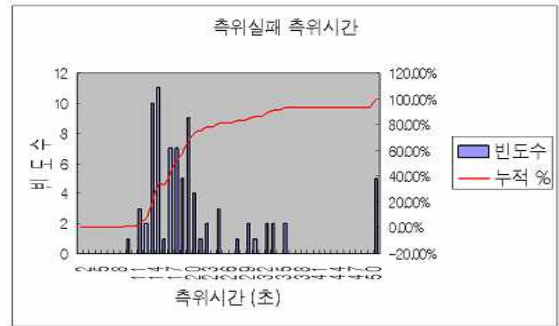


그림 16. 위치측위 실패 시 최적소요시간 그래프
Fig. 16. Averaged time delay for failure

4-4 주기 조절을 위한 음영/가시지역 판단기준

위치측위 관리모듈은 GPS 음영지역에서 최소한의 GPS 측위를 할 수 있도록 설정해야 한다. 이것은 실제 GPS 측위가 불가능한 지역에서 GPS 측위에 따른 불필요한 전류소모를 최소화하기 위해서이다. 실험적 결과로 GPS 측위가 성공한 경우는 아래 그림 4-8 과 같이 20초 이내 측위 성공률이 99% 이상이며, GPS 측위가 실패하는 경우는 그림4-9와 같이 20초 이내에 실패로 판단할 수 있는 경우가 80%이고 나머지 20%는 20초가 경과한 후 실패로 판단된다. 그래서 본 논문에서 구현한 위치측위관리모듈은 GPS 측위가 20초 이상인 경우 GPS 음영지역으로 판단한다.

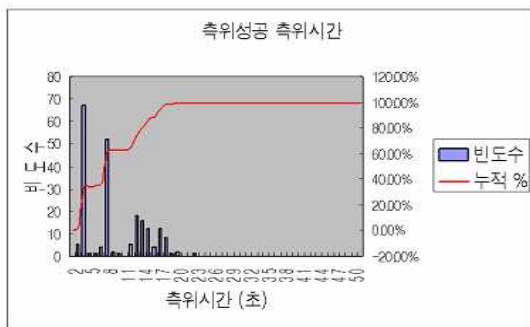


그림 15. 위치측위 성공 시 최적소요시간 그래프
Fig. 15. Averaged time delay for success

4-5 음영/가시지역에 따른 측위 조절 주기

본 논문에서 제안한 측위주기조절모듈은 이동통신 단말기의 대기시간을 최대로 하기 위해서 GPS 위성이 4개 이상 용이하게 보이는 GPS 가시지역과 GPS 위성이 3개 이하 보여서 GPS 측위가 불가능한 음영지역으로 구분하여 GPS 환경에 따라 GPS 측위 주기를 조절하여 GPS 측위에 따른 전류 소모를 최소화 할 수 있도록 했다. 특히, GPS 가시지역에서는 단말기가 정지 시에 GPS 측위 주기를 기본 설정치 보다 크게 조절할 수 있도록 하여 정지 상태에서 GPS측위 횟수를 최소화했고, GPS 음영지역에서는 GPS 측위 가능여부를 확인 할 수 있는 최대한의 주기로 측위 주기를 조절할 수 있도록 했다.

다음 표 4-2는 가시지역에서 배터리 상태에 따라 GPS 측위 주기 설정치 이다.

표 2. 가시 지역에서 주기 변동 도출 값
Table 2. Optimized periodic value for open sky

정지상태 반복횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
배터리 70% 이상 (주기: 분)	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
배터리 70% 미만 (주기: 분)	2	2	4	6	8	10	10	10	10	10

가시 지역에서는 5회 이상의 GPS측위결과 정지 상태로 판단되면 이후에 정지 상태를 유지하는 횟수에 따라 기본 측위 주기를 표 4-2와 같이 1회 정지 상태로 판단 시에는 주기를 2분으로 설정하고, 계속해서 정지 상태를 유지하는 경우 주기를 정수 배로 증가 시킨다. 하지만 주기는 최대 10분을 넘지 않도록 한다. 이것은 측위 된 위치 정보가 최대 10분 이내의 데이터임을 보장하기 위해서이다. 단, 위치 측위 주

기를 조절 시에 배터리가 일정 수준(70%) 이하인 경우에는 주기를 늘려가는 속도를 빨리 하여 배터리 소모량을 최소화 하도록 한다. 정지 상태가 이동 상태로 바뀌면 측위 주기는 즉시 기본 측위 주기로 설정한다.

음영 지역에서는 아래 표 4-3에 따라 GPS측위 주기를 조절한다.

표 3. 음영 지역에서 주기 변동 도출 값

Table 3. Optimized periodic value for non-open sky

정지상태 반복횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
배터리 70% 이상 (주기: 분)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
배터리 70% 미만 (주기: 분)	1	2	4	6	8	10	10	10	10	10

GPS 측위가 초기 1회 실패하면 음영지역 측위 모드로 변경한다. 이때는 측위 주기를 늘리지 않고 다음 측위 주기에 1회 더 실패하면 이때 음영 지역으로 판단하고 측위 주기를 증가시킨다. 그래서 음영지역에서 측위주기는 첫 번째 주기는 1분으로 설정되고 이후 2회 이상 실패하면 측위 주기를 2분, 3분 등으로 늘린다. 음영지역 측위 모드에서 1회 이상 GPS측위가 성공하면 즉시 가시지역 측위모드로 변경되고 이후 GPS측위주기는 표 4-2의 가시지역 측위 주기에 따른다.

4-6 주기 적용 시 대기시간 계산 결과

본 논문에서 제안 된 위치측위관리모듈과 측위주기로 조절모듈을 적용한 결과 이동성 및 가시/음영 비율에 따른 단말기 대기시간은 주기적인 측위 시 보다 최대 30%의 단말기 대기시간 증가를 가져왔다.

다음 표 4-4는 주기적 측위 시 음영 지역 비율에 따른 대기시간을 계산 결과를 정리한 것이다. 이를 그래프로 표시하면 그림 4-10와 같으며 측위 주기가 2분이고 음영비율이 0%인 경우 단말기 대기시간은 약 74시간이며, 측위 주기가 10분인 경우에는 단말기 대기시간이 약 157시간이다.

표 4. 정 주기적 측위 시 음영 지역 비율에 따른 대기시간 계산결과

Table 4. Idle time for periodic measuring

주기 음영	2분	3분	4분	5분	6분	7분	8분	9분	10분
0%	72.39	93.29	103.03	121.31	131.16	139.24	145.98	151.69	156.59
10%	72.56	91.26	104.75	114.95	122.93	129.34	134.61	139.01	142.75
20%	72.74	89.31	100.80	109.22	115.67	120.76	124.89	128.29	131.15
30%	72.92	87.45	97.13	104.04	109.22	113.25	116.47	119.11	121.30
40%	73.09	85.66	93.72	99.33	103.45	106.62	109.12	111.15	112.83
50%	73.27	83.95	90.54	95.02	98.26	100.72	102.64	104.19	105.46
60%	73.45	82.30	87.57	91.07	93.57	95.44	96.89	98.05	98.99
70%	73.63	80.71	84.79	87.44	89.30	90.68	91.74	92.59	93.27
80%	73.81	79.19	82.18	84.09	85.41	86.38	87.12	87.71	88.18
90%	74.00	77.72	79.73	80.98	81.84	82.47	82.94	83.31	83.61
100%	74.18	76.31	77.42	78.10	78.56	78.89	79.14	79.34	79.50

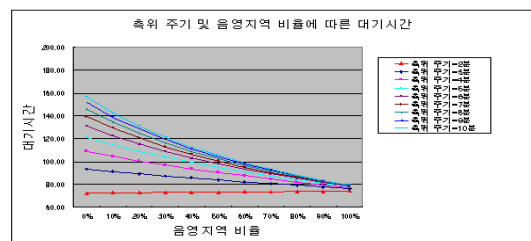


그림 17. 정 주기적 측위 시 음영비율에 따른 대기시간

Fig. 17. Idle time for periodic measuring

아래의 표 4-5는 위치측위관리모듈과 측위주기로 조절모듈을 적용하여 가시지역 비율 및 이동/정지 상태에 따라 측위주기를 조절하는 경우의 단말기 대기시간을 계산한 결과를 정리했다. 이것을 그래프로 표시하면 그림 4-11과 같다. GPS측위가 100% 가능하고 정지 상태를 유지하는 경우의 대기시간은 최대 179시간이며 이는 그림 4-9의 10분 주기의 위치측위 시의 대기시간 157시간보다 20% 이상 개선되었다.

표 5. 비 주기적 측위 시 음영 비율에 따른 대기시간 계산결과

Table 5. Idle time for controlled periodic measuring

정지비율 가시비율	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
0%	80,9	80,9	80,9	80,9	80,9	80,9	80,9	80,9	80,9	80,9	80,9
10%	82,6	82,9	83,2	83,5	83,8	84,1	84,4	84,7	85	85,3	85,6
20%	84,3	84,9	85,6	86,2	86,8	87,5	88,1	88,8	89,5	90,2	90,9
30%	86,1	87,1	88,1	89,1	90,1	91,2	92,3	93,4	94,5	95,6	96,8
40%	88	89,4	90,7	92,2	93,7	95,2	96,8	98,4	100	102	104
50%	90	91,7	93,6	95,5	97,5	99,6	102	104	106	109	111
60%	92	94,3	96,6	99,1	102	104	107	110	113	117	120
70%	94,2	96,9	99,8	103	106	110	113	117	122	126	131
80%	96,4	99,7	103	107	111	115	120	125	131	137	144
90%	98,8	103	107	112	117	122	128	135	142	150	159
100%	101	106	111	116	123	129	137	145	155	166	179

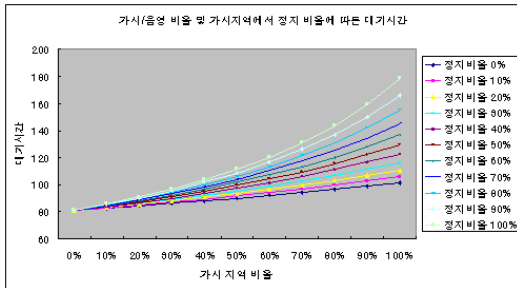


그림 18. 비 주기적 측위 시 음영비율에 따른 대기시간
Fig. 18. Idle time for controled periodic measuring

V. 결 론

본 논문에서는 차세대 핵심 Killer Application으로 부각되고 있는 이동통신 단말기의 위치 기반 부가서비스인 LBS 서비스를 대상으로 했다. GPS 센서를 장착한 이동통신 단말기가 주기적으로 위치 측위를 수행하고 측위 한 위치 정보를 저장/관리하게 함으로써 위치측위에 따른 소요시간을 단축하도록 했다. 하지만, 이동통신 단말기의 특성상 제한된 배터리 크기를 활용하여 매초 혹은 매분 단위의 GPS 위치측위를 수행하는 경우 단말기 대기시간은 급격히 감소한다.

본 논문에서는 주기적인 GPS 기반 위치 측위에 따른 단말기의 전류소모를 최소화하기 위하여 GPS 측위환경, 단말기의 이동여부에 따라 GPS 측위 주기를 조절 할 수 있는 방법을 제시했다. 먼저 GPS 가시 환경 및 음영환경을 구분하기 위하여 20초 동안 GPS 측위가 불가능하면 음영지역으로 정의 했다. 그리고 단말기의 이동 여부에 따라 GPS측위 주기를 조절하기 위해 5회 누적된 위치 정보를 이용한 누적 속도가 0.5 ~ 0.8m/sec이하이면 정지 상태로 정의했다. 이를 바탕으로 가시지역 및 음영지역에서 정지 상태에서 GPS 측위 주기를 본 논문에서 제시한 주기로 설정한 경우 실제 단순 주기적인 GPS 위치 측위 대비 단말기 전류 소모량이 20 ~ 30% 이상 감소함을 확인했다.

하지만, 차량 이동 등 고속 이동환경에서는 단말기 응용프로그램이 요구하는 최소 주기로 GPS측위를 수행해야 하기 때문에 이동속도가 높은 경우에는 본 논문에 제시한 방법을 적용하기 곤란하므로 단말기의 전류소모량 증가가 크다. 이러한 문제를 근본적으로 개선하기 위해서는 단말기 내에 장착된 GPS엔

진이 위치측위 시 전류 소모를 최소화 할 수 있는 방안을 찾아야 한다.

참 고 문 헌

- [1] TIA/EIA/IS-801-1 Position Determination Service Standards for Dual Mode Spread Spectrum Systems Addendum 1, March 2001
- [2]곽재하, 김천근, 부산정보대학, GPS 위성측량의 이해, 2000
- [3]최윤수, 국립환경대학교, "GPS(Global Positioning System)개요 및 활용", 2000.5
- [4]김기두, 오전현, 김석중, 이창복, 국민대학교, 한국 표준과학연구원, "GPS위성을 이용한 위치측정 방식에 관한 연구", 1992
- [5]이영식, 금동준, "휴대전화 위치추적을 위한 PDE (Position Determination Entity)개발", 2003년 한국 통신학회 20권04호
- [6]Qualcomm, Gps Position Determination Messaging and Parameters (80-V0726-6)
- [7]Qualcomm, Gps Interface Specification and Operational Description (80-V1960-2)
- [8]Qualcomm, Gps Operation in DMSS(80-V1487-1)
- [9]James J. Caffery, Jr. and Gordon L. Stuber, "Overview of Radiolocation in CDMA Cellular Systems", *IEEE Communications Magazine* April 1998
- [10]와이즈인포,"LBS주요기술 및 서비스 현황", 2007.2 전자부품연구원 전자정보센터(EIC)

배 성 수 (裵性洙)



1990년 2월 : 경북대학교 전자
공학과 (학사)
2007년 8월 : 연세대학교
전과.통신공학과 (석사 예정)
2000년 4월~현재 : (주)SK텔레콤
R&D Center
관심분야 : CDMA/WCDMA

이동통신단말기, GPS 기반 서비스

한창문(韓蒼汶)



1990년 2월 : 숭실대학교 전자
공학과 (학사)
1994년 2월 : 숭실대학교 전자
공학과 (석사)
1994년 1월 ~ 현재 : (주) SK텔레콤
R&D Center
관심분야 : CDMA/WCDMA 이동통신

단말기, Wibro 서비스/단말기, 4G 서비스

김동구(金東九)



1983년 : 한국항공대학교 통신
공학 (학사)
1985년 : 미국 서던캘리포니아
대학교 대학원 석사 전기공학부
(석사)
1992년 : 미국 서던캘리포니아
대학교대학원 박사

1992년 ~ 1994년 : 미국 모토로라 Infrastructure Group
선임연구원

1994년 ~ 현재 : 연세대 공과대 전기전자공학부 전기
전자공학 전공 교수

김병철 (金炳喆)



1982년 2월 : 서울대 전자계산기
공학과 졸업 (학사)
1984년 2월 : 서울대 공과대학원
전자계산기 공학과 졸업 (석사)
1984년 3월 ~ 1998년 8월 :
LG전자
1993년 8월 : 서울대 공과대학원

컴퓨터공학과 졸업 (박사)

1998년 9월 ~ 2000년 5월 : 한아텍

2000년 6월 ~ 현재 : 유비쿼스(주)

관심분야 : 임베디드 시스템

김태민(金兌敏)



2001년 2월: 서울대학교 전기
공학부 (학사)
2003년 2월: 서울대학원 전기
공학부 (석사)
2003년 3월 ~ 현재 : (주)SK텔레콤
R&D Center

관심분야 : PHY/Mobile Communication/IMS/Location Based
Service