

GPS Baseband Chip 개발

*조재범, 이태형, 이윤직, 허정훈, 정휘성, 정준영, 윤석기, 김학수, 조동식, 최훈순
삼성전자 System LSI SoC 연구소

Development of GPS Baseband Chip

*Jae-bum Cho, Tae-hyoung Lee, Yoon-jick Lee, Jung-hun Heo, Hwi-sung Jung,
Jun-young Jeong, Suk-ki Yoon, Hak-soo Kim, Dong-sik Cho, Hoon-soon Choi
SoC R&D Center, System LSI Division, Samsung Electronics Co., LTD

Abstract - This paper presents the development methods which Samsung GPS baseband chip is called S3E4510X.

Specification of S3E4510X and design methodology of baseband architecture is presented with a study of their effects. Also GPS core block and software are described in detail.

We designed and implemented the test board with RF module for evaluating performance via static test, dynamic test and each performance factors using live signal and GPS simulator.

Test results show that our development GPS baseband chip have effectively performance for mobile handset, Location Based Service (LBS) and its practical use for navigation.

이용하여 chip 테스트와 성능평가 수행함으로 개발한 chip의 우수성을 검증하였다.

2. 본 론

2.1 Specification of S3E4510X

삼성전자 S3E4510X chip 은 GPS 를 이용한 위치추정을 가능케 하는 solution으로 12채널 32tap을 가진 L1 주파수(1575.42MHz) C/A code 를 처리할 수 있는 저가의 고성능 GPS 수신기의 baseband 이다.

CPU Core 는 ARM7TDMI 로서 32bit AMBA 버스 구조를 사용하고, 내부의 data 및 function 메모리를 가지고 있다. 또한, 다양한 형태의 RF 출력을 처리하기 위하여 Synchronous Serial Interface(SSI)를 가지고 있으며, 신호의 fault 시 reset 을 신호를 발생시키는 Watch Dog Timer (WDT)를 내장하였으며, 3.3V 의 전원과 1.8V 의 내부코어 전원을 가지도록 설계한 고성능의 GPS baseband 로 표 1 에 자세한 사양을 나타내었다. 또한, 실내에서도 사용이 가능한 Assisted GPS(AGPS)용으로 CDMA IS-801 format 과 GSM 528 format 으로 네트워크를 이용하여 위성 데이터, 시간, 위치를 assist 가 가능하도록 설계되어 무선 측위시스템과 연동을 통하여 다양한 응용제품을 구현할 수 있다.

특징 중에 하나는 위성 search 시 performance 를 높이기 위한 방법 중 하나인 Bit Edge Synchronization(BES)에 대한 방법을 적용하였다. 기존의 GPS 에서는 채널 블록내에 있는 12 개의 모든 채널들이 같은 time offset 을 가지고 sample data 를 accumulating 하는 구조를 가지고 있다. 즉, 20ms 동안의 sample period 의 시작은 모두 같은 reference time 을 가지고 있으며 이럴 경우 각각의 SV 에 대해 정확하게 data bit edge 를 찾을 수 없다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하여 각각 채널에 sample time 을 다르게 가져감으로써 기존 baseband 의 구조보다 위성의 신호를 search 하는 데에 있어서 3dB 의 performance 를 가져오는 효과를 가지고 있다.

1. 서 론

미연방 통신위원회는 미국 내 모든 무선 통신 사업자들에게 위치 정보 서비스를 주요 내용으로 하는 새로운 E-911(Enhanced-911) 긴급 구조 서비스를 제공하도록 하는 권고안을 마련하였다. 여기서 제시한 관련규정에 따르면 1 단계로 이동전화, PCS 및 SMR 을 포함한 모든 무선사업자는 1998 년 3 월까지 셀 또는 섹터 정보를 이용하여 현재 통화중인 Emergency 911 호출을 적절한 PSAP(Public Safety Answering Point)로 중계해야 한다. 2 단계에서는 망 기반 무선 측위 시스템의 경우, 모든 911 호출의 67%에 대해서 100m 이내의 위치 정확도를 만족해야 하고, 단말기 기반 무선 측위 시스템의 경우, 67%에 대하여 50m 를 만족하여야 한다[1].

이 서비스는 무선통신 사용자의 안전성을 확보한다는 측면에서 매우 중요하며 전자 상거래, 지능형 교통 정보 시스템, 이동통신망 최적화, 범죄 수사 등과 통화자의 위치 정보가 도움이 되는 다양한 분야에서 적용 가능하므로 그 활용범위가 넓다고 할 수 있다[2][3]. 우리나라도 곧 이와 관련된 서비스의 도입이 예상되고 이에 대한 연구가 요구되고 있는 실정이다[4].

이러한 연구의 가장 중요단계는 고성능 GPS 수신기의 core 인 baseband chip 를 설계하는 것으로 아직까지는 국내에서 기술력의 부족으로 인하여 시도한 바가 없었으나 삼성전자에서 CDMA IS-801 포맷과 GSM 528 포맷을 적용이 가능한 네트워크 assisted GPS 용 12 채널 32tap 64 포인트 H/W FFT 엔진을 가진 basenad chip 개발하였다.

본 논문은 삼성전자 GPS Intellectual Property(IP)의 결정체인 S3E4510X chip 의 H/W 의 구성과 S/W 의 구성을 소개하고, 상용 RF 모듈을 장착, 제작한 테스트보드를

표 1. S3E4510X GPS Baseband Chip 의 사양

CPU Core	ARM7TDMI	Assist	CDMA/GSM
Channel	12	Output	NMEA-0183c
Interface	Dual UART	Power	3.3/1.8 V
RF Interface	Synch. Serial	Process	CMOS

2.2 Architecture of S3E4510X

GPS 수신기에서 S3E4510X 의 전체 Architecture 는 다음 그림 1 과 같이 블록 다이어그램으로 나타낼 수 있다. 그림에서 보는 바와 같이 Function 들은 major block

에 위치해 있고 RF 시스템, Signal Processing Baseband, FFT Accelerator 그리고 GPS 소프트웨어로 중요 Function 이 나뉘어진다.

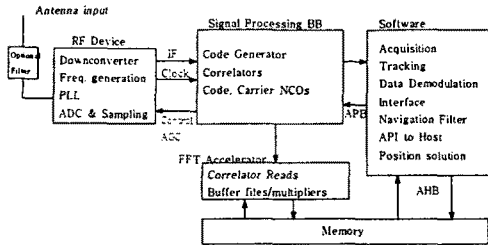


그림 1. GPS 수신기에서 S3E4510X 의 적용

Chip 의 전체 Architecture 는 그림 2 와 같다. 그림을 살펴보면 AHB(Advanced High speed Bus)와 APB (Advanced Peripheral Bus)로 구성되는 AMBA에 근간으로 하여 구현하였다. AMBA는 on chip bus protocol 의 일종으로 AHB 에는 high speed 를 요구하는 모듈이 연결되고 bridge를 통해서 AHB와 연결되는 APB에는 상대적으로 low speed 로 동작되는 각종 peripheral 들이 연결되어 동작한다. GPS baseband core block 에는 GPS 기능을 담당하는 block 로서 AHB 와 APB 모두에 연결되어 있다. GPS core 에 포함되어 있는 메모리를 CPU 에서 직접 access 하기 위해서 AHB 에 slave 로 연결되고 내부 register 를 access 하기 위해서 APB 연결이 필요하다. 또한 register controller는 외부 reset, WDT로부터 reset 을 받아 시스템의 reset 신호를 발생시키는 역할을 담당하고, PLL 은 외부 입력 clock 로부터 시스템에서 사용하는 clock 을 안정적으로 공급하도록 한다..

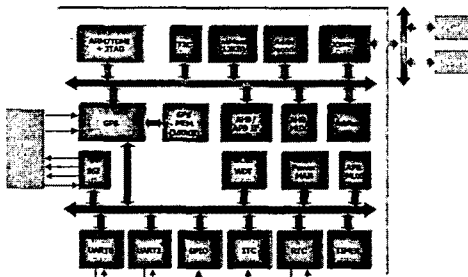


그림 2. Architecture of S3E4510X

2.3 GPS Core

GPS baseband 내에 local code NCO(Numerical Control Oscillator)와 Carrier NCO, 그리고, PRN code generator 가 있다. correlator 에서는 RF 로부터 받은 GPS Signal 과 Local 에서 생성되는 C/A code Correlation 을 한다.

Correlation 과정을 통해 정해진 period 만큼 누적된 값을 MCI 를 통해 Buffer Memory 에 저장하고, 이 값은 다시 MCI 를 통해 FFT Block 으로 전달된다. FFT 에서는 누적된 채널값을 이용해서 FFT 를 수행하고, 동시에 correlator 의 output 은 다른 Buffer Memory 에 저장된다.

FFT 가 완료되면 다시 MCI 를 통해 Buffer Memory 에 저장 이 되고, ARM 프로세서가 결과를 가져간다. 이렇게 Correlator-MCI-FFT 의 일련의 작업들이 계속 반복이 되어 LOS 내의 위성들을 처리한다. 그림 2 에서 GPS core 블록은 그림 3 과 같이 설계하였다.

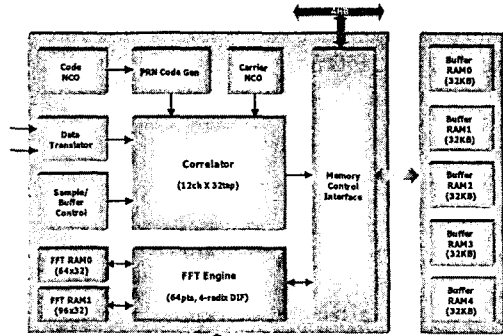


그림 3. GPS Core Block Diagram

2.4 GPS Software

S3E4510X GPS 코어 소프트웨어는 응용소프트웨어, Real Time Operating System(RTOS), 그리고 하드웨어를 연동하여 실시간 사용자의 위치 정보를 제공한다.

S3E4510X 의 소프트웨어는 그림 4 와 같은 구조로 이루어져 있다. 그림을 살펴보면 CDMA 나 GMS 방식의 네트워크를 사용하는 경우나 LBS 와 같은 automotive 응용으로 하는 경우일 때 즉 두 가지 다른 모드를 이용하도록 설계되었으며 이러한 모드 모두 Application Programming Interfaces(API)에 의해 제어된다.

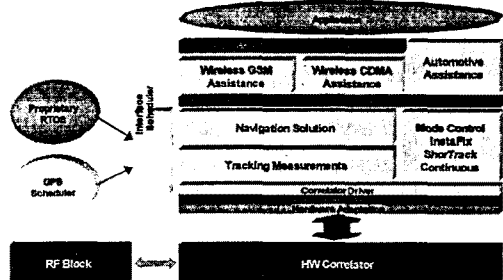


그림 4. GPS Software Structures

S3E4510X 의 core block 는 7개의 주요 모듈로 이루어져 있고 RTOS 에 의해 각 task 가 동작을 하고 이러한 task 들 사이에서 데이터는 Top level data base 를 거쳐 동작을 한다. 각각의 Function 은 각 task 와 DB 를 GPS 시스템의 부팅 시 초기화 시킨다.

2.5 Test Results

S3E4510X chip 의 성능을 검증하기 위하여 그림 5 에서 보는 것과 같이 Test board 를 제작하였다. RF module 은 상용 RF module 인 Nemerix 사의 NJ1004 을 사용한 EB1104 를 사용하였으며, RS-232 통신을 통한 NMEA-0183c 포맷을 처리할 수 있는 모니터 프로그램인 GPSView 로 그 결과를 확인하였다.

Test 는 chip 검증과 test board 상의 performance test 를 수행하였고 test factor 는 TTFF, sensitivity, accuracy 로 선정하여 simulator 와 live 신호를 이용하여 수행하였다.

성능을 평가하기 위하여 약 1 시간동안의 정적인 data 를 받아 실시간 처리를 한 결과 3.05 m 의 2drms 오차를 갖는 결과를 나타내었고 이를 그림 6 에 도시하였다. 또한 수신기의 동적인 특성을 검증하기 위하여 수원 삼성 전자 단지내를 4 회 반복주행을 하였다. 그림에서 살펴

보면 신호등으로 인한 대기구간과 건물에 의한 multipath 오차등 각종 GPS 오차의 영향을 받는 것을 그림 7에서 확인할 수 있다.

개발한 GPS chip 의 sensitivity 의 성능을 판단하기 위하여 실험실에서 Spirent 사의 GPS simulator 를 이용한 테스트를 수행하였다. Open sky, No interference 상태에서 신호(-130dBm)에서부터 1dB 씩 감도를 낮추면서 tracking 에 대한 실험을 하였고 그 결과 12 채널, 16tap, 16 FFT 포인트 하에서 -159dBm 의 결과를 나타내었는데, 개발한 chip 의 tap 수와 FFT 포인트를 개선하면 더 나은 결과를 보일 것이라고 생각된다.

Acquisition 에 대한 실험은 각 감도에서 수신기의 위상에 대한 ID 획득과 위치 결정에 대해 측정하였고 Reacquisition 은 -130dBm 에서 Simulator 를 이용하여 위상신호의 power 의 레벨링을 통한 실험을 수행하여 나온 결과로서 표 2 에 자세히 나타내었다. 표 2 에서 일반적인 GPS수신기의 성능보다 더 나은 성능을 보이고 있음을 확인할 수 있다[5].

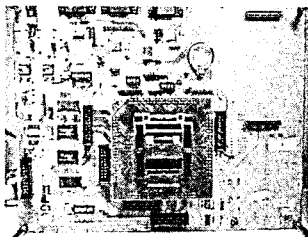


그림 5. 개발한 Test Board

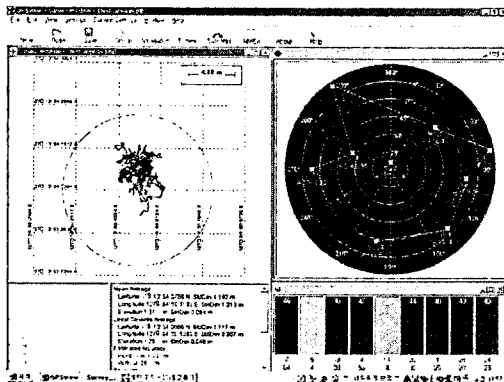


그림 6. 정적인 실험 결과

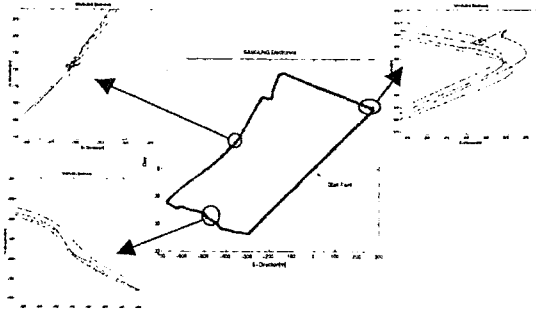


그림 7. 동적인 실험 결과

표 2 Static Test Results in laboratory

특성	결과	비고
Initial TTFF (sec)	50 ~ 65	30회
Tracking (dBm)	-159	Simulator
Acquisition (dBm)	-145	Simulator
Reacquisition (sec)	2-3	Coarse meas.
Position (meter)	~ 5	3600 sec

3. 결 론

본 논문에서는 삼성전자 S3E4510X GPS Baseband Chip 개발 방법과 chip 검증 test 결과로 구성하였다.

S3E4510X Chip 에 대한 특징과 설계 방법을 논하였으며, GPS Core 소프트웨어의 구성과 동작 방법에 대해 언급을 하였다. 설계된 칩의 성능을 검증하기 위하여 Test Board 를 구성, 정적인 실험과 동적인 실험을 수행하여 설계한 Baseband chip 의 성능을 검증하였다.

또한, 위성의 신호의 세기에 따른 감도에 대한 테스트를 수행하여 개발한 chip 의 우수성을 검증하였다.

결과로서, S3E4510X chip 은 E-911 을 위한 핸드폰이나 최근 주목을 받고 있는 위치기반 서비스(LBS)에 적용이 용이하고 항법 해를 요하는 다양한 분야에 위치제공을 위한 total IP로서 응용이 가능할 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1] FCC 99-245, "To Ensure Compatibility with Enhanced 911 Emergency Calling Systems", Federal Communication Commission, 1999.
- [2] Bradford W. Parkinson, et al., *Global Positioning System: Theory and Applications*, vol I, II, AIAA, 1996.
- [3] J. H. Reed, K. J. Krizman, B. D. Woerner, and T. S. Rappaport, "An Overview of the Challenges and Progress in Meeting the E-911 Requirement for Location Service," *IEEE Communication Magazine*, vol. 36, pp. 30-37, April, 1998.
- [4] ETRI, *GPS 기술/시장 보고서*, 지식정보센터, 2001.
- [5] ION-STD 101, Recommended Test Procedures for GPS Receivers, Revision C 27 Institute Of Navigation, 1997.