

# DSP프로세서를 이용한 원격실시간 Monitoring System 구현

김자환<sup>\*</sup> · 허창우<sup>\*\*</sup> · 류광렬<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>서일DSP(주) 연구소 · <sup>\*\*</sup>목원대학교 전자정보통신공학부

## The Realization of Remote Real Time Monitoring System with DSP Processor

Ja-hwan Kim<sup>\*</sup> · Chang-wu Hur<sup>\*\*</sup> · Kwang-ryol Ryu<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Seoil DSP Co. Research Center · <sup>\*\*</sup>Mokwon University

Email : ryol@mokwon.ac.kr

### 요 약

본 논문은 TMS320C6x01 DSP프로세서를 이용하여 원격실시간 모니터링 시스템을 설계한 연구로서 시스템 구성은 성능, 규격 및 기능 등의 조건을 수용하는 RFFM, SPM, MPM 모듈로 구성되었다. 실험 및 성능테스트는 WCDMA와 비동기 IMT-2000시스템과 연계하여 측정하였다. 측정결과 40MHz의 입력주파수에 대해 10dB 정도의 노이즈가 분포되었고 요구조건에 부합하는 통합형 원격 기지국 모니터링 운용보전에 적용하였다.

### I. 서론

아날로그 부분인 IF 및 RF 모듈들은 소자의 특성 변화나 연결 부분의 경년 변화에 의해 시스템 설치시 성능이 유지되지 못하는 경우가 많다. 설정된 전력을 출력하지 못하거나, 스펙트럼에 왜곡이 발생할 수도 있으며, 특히 옥외에 설치되는 안테나 급전 케이블이나 커넥터의 누수, 침수, 부식 등은 기지국 측의 정재파 비를 증가시킨다. 송신 신호의 성능 저하는 서비스 반경의 축소와 송신 신호의 불필요 방사파가 기준치를 초과하는 경우 역방향 링크의 품질에도 치명적인 영향을 미치게 된다. 운용자는 기지국의 송신 Path를 지속적으로 측정 감시하여 장애 발생시 이를 신속하게 파악하여 조치할 수 있어야 한다. 그러나 많은 수의 기지국 등을 수동으로 개별 감시하기 곤란하다. 따라서 자동 감시 장치를 중앙 집중하여 원격으로 사전 설정된 기준치 범위를 이탈할 때 경보를 발생시켜 효율적인 운용이 요구된다.

기지국은 무인으로 운용되기 때문에 원격으로 시스템의 이상상태를 검출하고 이를 운용센터로 통보하는 기능이 필수적이다. 이동통신시스템은 시스템 설계 시 시스템 보드의 이탈착, 전원의 상태, 시스템의 기본기능 동작상태 등에 대한 경보 처리를 고려하고 있으나, 효과적인 운용보전은 무인 기지국 전체의 운용상태와 같은 환경경보에 대한 처리가 필수적으로 요구되고 있다. 현재까지

는 기지국의 무선특성을 분석하기 위한 여러 장치들이 부분적으로 개발되었으나 스펙트럼, 전력, 정재파비 등에 대한 진단 및 측정 기능, 경보 처리까지의 통합형은 개발되지 않았다.[1-3] 따라서 이들을 통합해서 개발하는 경우 시스템의 운용보전 비용의 절감과 시스템의 운용을 효과적으로 수행할 수 있어 시스템의 성능을 개선시킬 수 있게 된다. 이와 같은 기능의 시스템을 DSP프로세서를 이용하여 설계하고 WCDMA와 IMT-2000시스템에 적용한다.

### II. 시스템 구성

#### 2.1 시스템의 기능

WCDMA와 IMT-2000시스템 기지국의 RF서브 시스템과 정합되어 무선채널의 측정결과와 경보 신호를 취합한다. 정상적인 트래픽 및 제어링크 경로를 통해 기지국 운용센터로 전송한다. 여기서 기지국 운용 센터와의 정합은 기지국 내의 별개 통신 프로세서를 경유 할 수도 있으며 이때 기지국 통신 프로세와는 RS-485등으로 연결될 수 있다. 또한, 운용자가 본 시스템의 측정 및 경보취합 결과를 액세스할 수 있는 경로를 제공한다. 통합되는 데이터는 측정기능과 진단기능으로 구분한다. RF측정기능은 스펙트럼, 전력, 정재파비 등이고 규격은 표2-1과 같다.

진단기능의 종류와 세부기능은 다음과 같이 수행된다.

#### ◇ RF 진단 경보 기능

	항 목	목 표	규 격
스펙트럼측정	Frequency Range	사업자별 사용 주파수대역	
	Dynamic Range	60 dB	
	Resolution	10 KHz ~ 30 KHz	
	Frequency Span	5, 10, 15, 30 MHz	
정재파비측정	Frequency Range	2110 MHz ~ 2170MHz	
	Measurement Range	1.2:1 ~ 3.0:1	
	Accuracy	±0.5 @2.0:1	
전력측정	Frequency Range	사업자별 사용 주파수대역	
	Dynamic Range	60 dB	
	Accuracy	±0.5 dB	

표2-1 측정기능의 규격

- 전력 및 스펙트럼이 설정된 기준치를 벗어나는 경우 경고신호 발생
- 정재파비가 설정된 기준치를 벗어나 경우 경고신호 발생

◇ 기지국 환경 경고신호 처리 기능

- 온도, 습도
- 보조 장비 동작 상태
- 출입문 개폐 상태
- 기타

◇ 자체 진단기능 및 Auto-calibration기능

- 운용자의 명령 혹은 시스템 초기화 시 자체기능을 진단하는 기능을 수행
- 운용자의 명령 혹은 시스템 초기화 시 측정기능의 auto- calibration을 수행

2-2 시스템 구성

시스템구성은 RF및IF를 처리하는 RFOM 모듈과 신호처리모듈 SPM 및 주처리기 모듈등으로 구분한다.

1) RFPM(RF/IF Processing Module)

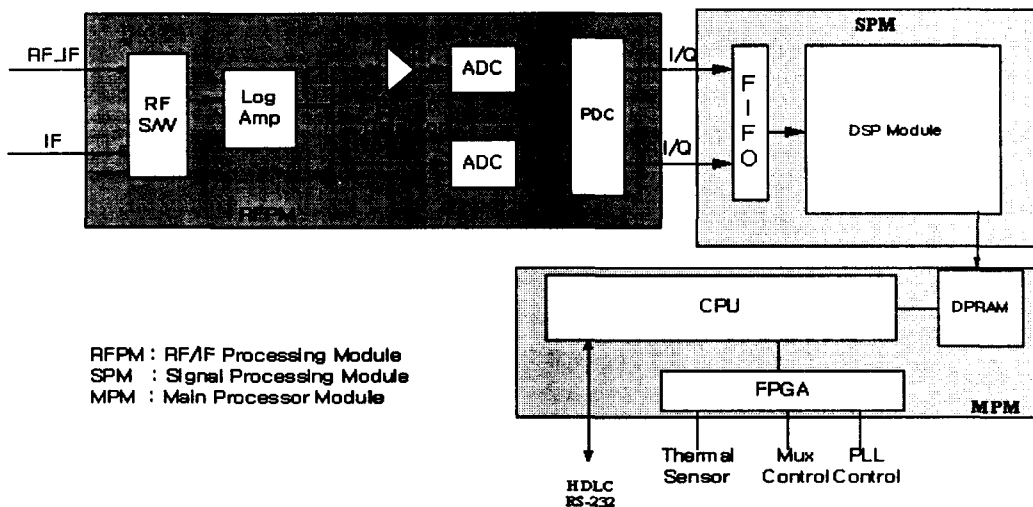
그림 2-1에서 RFPM은 RF와 IF의 신호를 정합해서 DC (Programmable DownConverter)를 통해서 IF 신호를 하향전환시키며 I/Q 신호로 분리시킨 후 SPM모듈과 정합되는 모듈이다. 여기서 두가지의 경로로 분기되어서 신호를 처리하는데 하나는 전력 신호를 검출한후 A/D 변환시키는 기능을 수행하고, 다른 경로는 신호를 직접 A/D 변환을 시키는 기능을 수행한다. RFPM 모듈에서 수행하는 기능은 다음과 같다.

- IF신호 정합
- Programable Digital Down conversion
- 대역 필터 기능: 5MHz 대역 필터
- 전력 검출 기능
- 증폭기능:신호의동작범위(dynamic range)를 증대시키기 위해 Log Amplification 기능을 수행
- A/D기능

High speed A/D: 12bits 60MHz , 스펙트럼 처리용 신호 / 전력 측정용 신호

- MPM의 제어에 따라, 특정의 경로 및 주파수를 선택하여 처리 할 수 있는 기능을 수행한다.

시스템에서 신호 처리는 아날로그의 신호를 받아서 처리하기 위해서는 A/D 변환이 필요하며 baseband 신호를 추출하는 방법으로 baseband Sampling과 IF sampling 방법이 있다. IF 대역에서 신호를 직접 sampling 하면 수신기가 간단해지고 또한 신호의 unbalancing 문제도 줄어들게 되므로 IF 대역에서의 sampling을 하는 것이 좋다. 다시 IF 신호를 직접 샘플링 하는 방법은 두가지가 있다. 하나는 Nyquist 샘플링으로



RFPM : RF/IF Processing Module  
 SPM : Signal Processing Module  
 MPM : Main Processor Module

bandpass 신호의 최대 주파수 성분의 최소 2배 이상의 주파수로 샘플링 한다. IF 신호의 중심 주파수가  $f_{IF}$  이고 대역폭이  $B$  라면 샘플링주파수는  $2(f_{IF} + B/2)$  이상이다. 또 다른 하나는 Direct down conversion으로 단지 대역폭  $B$ 의 2배의 샘플링 주파수를 가지고 수행할 수 있다. 이 경우 스펙트럼이 서로 겹치지 않도록

$$\frac{2(f_{IF} + B/2)}{k} \leq f_s \leq \frac{2(f_{IF} - B/2)}{k-1} \dots \text{식(2-1)}$$

샘플링 주파수는 식(2-1)의 조건을 만족해야 한다

$$2 \leq f_s \leq \frac{f_{IF} + B/2}{B} \dots \text{식(2-2)}$$

여기서  $k$ 는 정수로서 식(2-2)를 만족하는 값이고  $B \leq f_{IF} - B/2$  의 조건이다. Direct down conversion을 하는 경우 낮은 샘플링 주파수의 ADC를 사용할 수 있지만 신호의

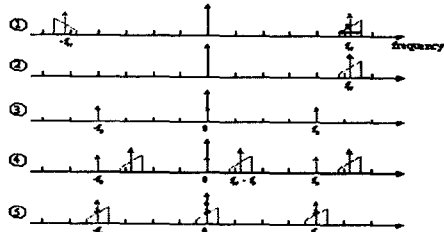
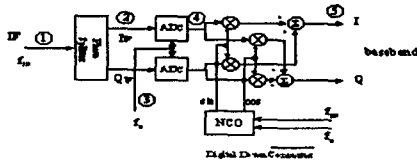


그림 2-2 Direct IF sampling의 원리

최대 주파수 성분에서도 동작할 수 있어야 하며 단순히 최대 샘플링 주파수만 만족하는 ADC를 선택해서는 안 된다. 이 성능은 ADC의 analog input bandwidth로 표현되며 ADC의 analog input bandwidth이 입력되는 IF 신호의 최대 주파수보다 커야 한다. Direct Down conversion에서 IF 신호를 I, Q 신호로 나누어서 처리하면 샘플링 주파수를 대역폭  $B$ 와 같이 할 수 있고, 저대역의 신호처리 특히 lowpass 필터링이 필요 없게 되는 장점이 있다. 그림 2-2는 digital down converter의 구조 및 각 단계에서의 스펙트럼 분포 특성이다.

2) SPM(Signal Processing Module)

SPM은 DSP(TMS32C6x01)로 구성된 모듈로서, RFPM으로부터 수신한 A/D처리된 데이터를 수신하여, 전력 스펙트럼을 계산하고, 전력 값에 대한 통계 처리 등을 수행한 후, 이의 결과를 MPM으로 전송하는 기능을 수행한다. 스펙트럼을 분석하기 위해 RFPM으로 입력되는 A/D 데이터를 제어 신호의 명령에 따라 Frame단위로(1024 / 2048 / 4096 point 이상) FFT를 수행한 후 post processing과정에서 FFT의 결과를 calibration시키고, 정수 값으로 양자화 시킨 후 DPRAM을 통해서 MPM모듈로 전송한다. 그림 2-3은 SPM에서 수행하는 주요기능을 나타낸다.

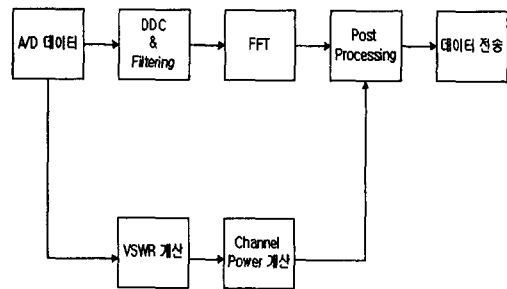


그림 2-3 SPM 기능 흐름도

SPM에서 수행하는 주요기능의 다음과 같다.

● 스펙트럼 측정

Dynamic resolution: FFT의 결과를 이용하여 전력스펙트럼을 분석하며, FFT처리 과정에서의 FFT resolution은  $f_0=1/NT$  ( $N$ :number of sample,  $T$ : sample interval)로 결정된다. RFPM에서 입력되는 A/D데이터는 Sampling되어 입력되므로, SPM에서는 입력 데이터의 개수를 decimation하고 샘플 갯수를 적절히 선택하여 동적으로 해상도를 결정한다.

FFT과정에 입력되는 파형이 주기적이거나, deterministic하지 않은 경우 통계적인 접근방법을 수행한다. 스펙트럼추정은 Correlation spectrumestimation 방법(Blackman-Tukey) ,Periodogram power-spectrum estimation등과같이 여러 기법이 있으며 이 중 에서 Periodogram power-spectrum estimation방법의 결과가 양호하고 계산측면에서 효율적 인 것으로 알려져 있다. Periodogram power-spectrum estimation방법은  $x(t)$ 를 random 함수, 유한한 구간을  $L$ 이라 하면 식(2-3)과 같이 표현된다.

$$\Phi_p(f) = (1/L) \left| \int_0^L x(t) e^{-j2\pi f t} dt \right|^2$$

.....식(2-3)

따라서 FFT를 이용하여 스펙트럼을 계산해 낼 수 있으며, 이 방식을 사용할 때는 Spectral window를 사용하여야 하며, 좋은 결과를 얻기 위해서는 인접한 스펙트럼 추정 값을 평균하여 얻게되는 스펙트럴 윈도우를 사용한다.

그림2-4는 W-CDMA신호를 70MHz의 IF 신호로 Down Conversion한 후 Sampling하고 FFT방식으로 스펙트럼을 구한 결과이다.

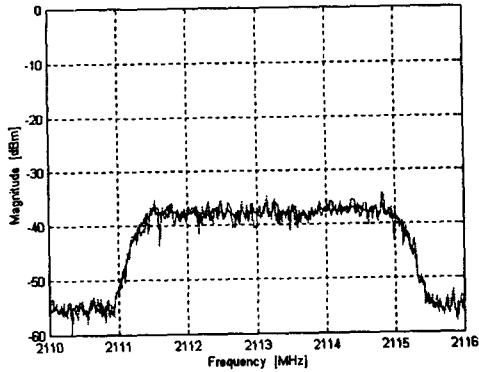


그림 2-4 스펙트럼 측정 예

### 3) MPM(Main Processor Module)

MPM은 RISA전체의 제어기능과 외부 시스템과의 통신 기능을 수행하는 모듈로서 SPM과는 DPRAM으로 정합이 되며, 다른 모듈과는 제어신호로서 정합 된다. 외부 모듈과의 통신은 HDLC 프로토콜을 사용하여 이루어진다. 프로세서는 SCC(Serial Communication Controller)가 내장된 MC68302를 사용한다. MPM모듈이 수행하는 주요기능은 다음과 같다.

- 타 모듈 제어기능
  - RF / IF 제어 기능: 입력되는 RF 신호 중 특정 RF 신호를 선택하는 기능
  - SPM 제어 기능: SPM모듈에서 필요한 FFT resolution, 스펙트럼 처리에 필요한 각종 제어 기능을 위한 파라미터 값의 공급
- 외부 모듈과 통신기능(HDLC)
  - 측정된 결과를 외부 시스템으로 전송한다.
  - 통신 프로토콜: HDLC

### III. 실험 결과 및 고찰

실험 및 성능 테스트는 메인 시스템과 연동하기 전단계인 CDMA Signal Generator를 이용한다. A/D 샘플링은 12bits, 60MHz를 사용한다.

1) 그림3-1과 3-2는 다음조건을 시스템에 적용한다.

- Input Frequency : 40MHz
- Frequency Bandwidth : 1.23MHz x 3ch
- Input Range : -0 dBm
- FFT point : 1024 pint

2) 그림3-3과 3-4의 조건은 다음과 같다.

- Input Frequency : 40MHz
- Frequency Bandwidth : 1.23MHz x 3ch
- Input Range : -30 dBm
- FFT point : 1024 pint

그림 3-3 A/D Sampling 데이터

그림 3-4 FFT Spectrum

위의 실험에서 노이즈 레벨이 약 10dB 정도로 분포되는 것을 볼 수 있다. 즉 노이즈를 제거 정도에 따라 시스템의 성능이 개선된다.

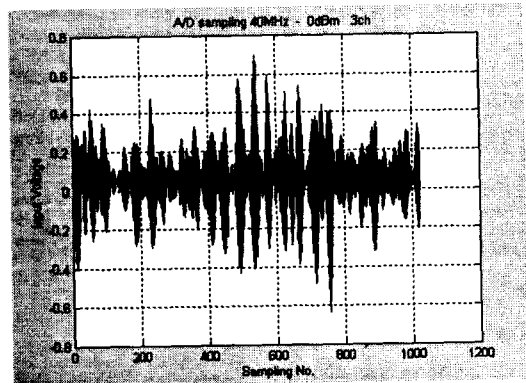


그림3-1 AD 샘플링 데이터 1

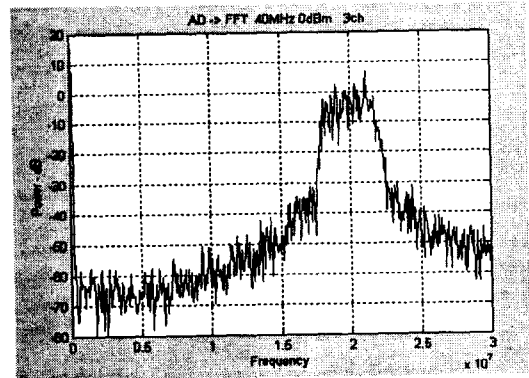


그림3-2 FFT Spectrum 1

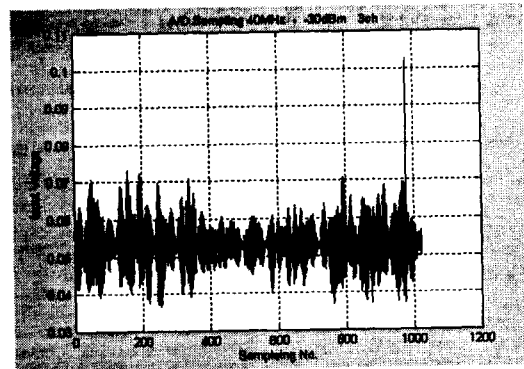


그림3-3 AD 샘플링 데이터 2

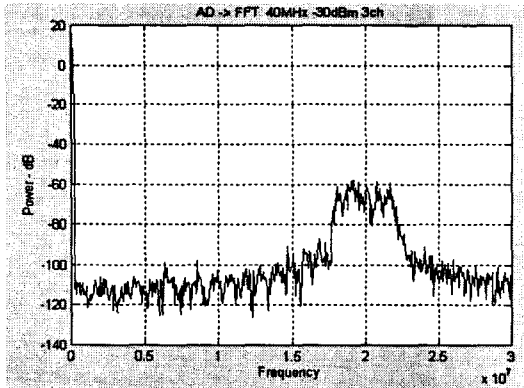


그림3-4 FFT Spectrum 2

#### IV. 결론

본 논문은 기지국 시스템의 원활한 운용을 위해 무선채널의 특성 분석 및 측정 무선 환경 정보 시스템을 실시간으로 처리하여 원격의 기지국 운용장치에 보고하는 기능을 수행 할 수 있는 시스템을 구현하는 것이다. 이를 위해 현재 나와있는 TI사의 TMS320 C6x01 DSP를 이용하여 기지국의 무선 송신채널의 특성(전력 및 스펙트럼, 정재파 비)을 측정, 분석하였다. 현재까지의 실험 결과 DSP상에서의 많은 양의 계산을 어떻게 효율적으로 할 것인가에 대한 알고리즘 문제와 고주파 성분인 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꿀 때 나타나는 양자화 잡음, 주변회로에서 영향을 받아 나타나는 잡음 등의 문제를 어떻게 해결할 것인가에 따라서 시스템의 성능이 영향을 준다.

#### 참고문헌

- [1] Lin, K.-S., Ed. Digital Signal Processing Applications with the TMS320 Family, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1987
- [2] Rabiner, L.W., and Gold, B. Theory and Application of Digital Signal Processing, , Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1975
- [3] Burrus, C.S. Unscrambling for Fast DSP Algorithms, IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol. ASP-36