

---

# Cortex-A9을 이용한 주파수 영역 샘플링 방식의 실시간 표면 탄성과 리더 플랫폼 구현

윤상훈\* · 김영길\*

\*아주대학교

Real-time surface acoustic wave reader platform implementation  
in the frequency domain sampling method using a Cortex-A9

Sang-hun Yoon · Young-kil kim\*\*

\*Ajou University

E-mail : oper9992@ajou.ac.kr

## 요 약

현재 SAW Device는 좁은 대역폭으로 원하는 주파수만 통과 시키는 특성을 이용한 주파수 필터로 사용되고 있다. 하지만 무전원으로 영구적인 사용이 가능하다는 장점이 있기 때문에 다양한 분야로 활동 분야가 넓어지고 있다. 이러한 SAW Device를 이용한 센서 태그는 많은 연구가 이뤄졌지만, 아직 Reader Platform에 대한 개발이 미비한 상태이다.

SAW Device를 이용한 ID Tag의 값을 읽는 방법에는 시간 영역 샘플링(TDS) 방식과 주파수 영역 샘플링(FDS) 방식이 있다. 본 연구에서는 고속의 샘플링을 요구하지 않아 상대적으로 느린 샘플링 속도로 고속의 프로세싱을 요구하는 FDS 방식을 사용한다. 기존의 FDS 방식의 Reader Platform은 PC를 통하여 ID를 검출하는 방식이었으나 Cortex-A9 프로세서를 기반으로 하여 저가, 소형, 실시간의 임베디드 Reader Platform을 구현한다.

## ABSTRACT

Currently, SAW Device has been used as a frequency filter using the property of passing only a desired frequency with a narrow bandwidth. However, the areas of activity in various fields since the permanent advantages can be widened by using a non-powered. These sensor tags using SAW Device has been done, but a lot of research, the development of the state still insufficient for Reader Platform.

How to read the value of the ID Tag Using SAW Device has a time domain sampling (TDS) method and a frequency domain sampling (FDS) method. The purpose of the paper, we use the FDS method that requires high-speed processing with a relatively slow sampling rate does not require high-speed sampling. Reader Platform was the way to detect ID through PC as FDS way, but It is based on the Cortex-A9 processor and it works a low price, compact and real-time Reader Platform.

## 키워드

표면 탄성과, 주파수 영역 샘플링, SAW Device, Cortex-A9

## 1. 서 론

최근 MEMS와 나노기술의 발전, 이동 통신 기술과 센서기술의 발전을 통해 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 대한 관심이 늘고 있다. 이를 기반으로 한 대표적인 기술로 RFID 태그 기술을 들 수 있다.

하지만 RFID만으로는 ID 정보, 센서와 플랫폼의 일체성 등 다른 시스템과 부합하기엔 부족한 부분이 있다. 따라서 현재 외부에서 공급되는 RF 에너지만으로 동작하고, 환경에 대한 영향을 적게 받는 SAW 센서에 대한 관심이 높아지고 있다.

SAW 디바이스는 수동소자로 표면에 반사판을

만들고 여러 센서를 통합시켜 하나의 ID를 가지고 다양한 센서 정보들을 수집할 수 있어 RFID의 단점을 극복할 수 있는 장점을 지니고 있다.

하지만 이러한 장점에도 불구하고 SAW 디바이스를 이용한 센서 태그에 대한 리더 플랫폼에 대한 개발이 미비한 상태이다. 앞으로 SAW 디바이스에 대한 개발이 늘고 수요가 증가함에 따라 SAW Sensor 리더 플랫폼의 개발의 필요성이 점차 확산되고 있다.

## II. 기반기술

### 2.1 SAW Device 개요

SAW는 표면 탄성파라고 하며, 압전 효과의 결과로서 전기 신호로부터 음향파가 생성되는데, 음향파의 전계는 기판 표면 부근에 집중되어, 그 표면을 통해 전달된다. SAW 디바이스는 압전 물질(Piezoelectric material)을 이용하여 전기적 에너지를 물리적 에너지로 변환하는 방법을 사용한다. 이때 압전 효과를 이용하여 전기적 신호를 탄성파로, 탄성파를 전기적 신호로 바꿔주는 것이 발상 금속 전극(Interdigital Transducer : IDT)이다.

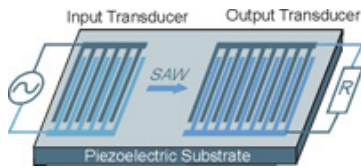


그림 1. 일반적인 SAW Device

### 2.2 IDT(Interdigital Transducer)

압전기판 상에서 표면탄성파를 가장 효율적이고 보편적으로 발생 또는 검출 하는 방법으로는 IDT를 만드는 것이다. IDT는 압전 기판에 서로 맞물리게 배열된 금속 전극으로 SAW Device의 핵심이며, electrical circuit 과 acoustic delay line간의 인터페이스 역할을 한다. 즉 RF Signal 을 acoustic wave로 변환하고, acoustic wave 를 RF Signal로 변환 하여 준다.

### 2.3 SAW Device Platform 기술

SAW Sensor의 응답을 측정하기 위한 방식으로는 TDS(Time Domain Sampling) 방식과 FDS(Frequency Domain Sampling) 방식이 있다.

현재 일반적으로 사용되는 TDS 방식의 SAW Device는 빠른 Data 처리를 할 수 있지만 그만큼의 빠른 sampling 속도를 요구하기 때문에 고속의 AD 컨버터가 필요하다. 이 고속의 AD 컨버터는 고가의 장비로 Device 제작에 부담이 되는 실정이다.

반면에 Frequency Domain Sampling(아래 FDS) 방식으로 구현된 SAW Device는 고속의 sampling을

요구하지 않기 때문에 고가의 고속 AD 컨버터가 필요하지 않다. 이렇게 느린 sampling 속도는 상대적으로 고속의 processing을 요구하게 되는데 이는 저가의 Embedded System만으로도 구현이 가능하기 때문에 가격대비 성능에서 효율이 훨씬 높다고 할 수 있다.

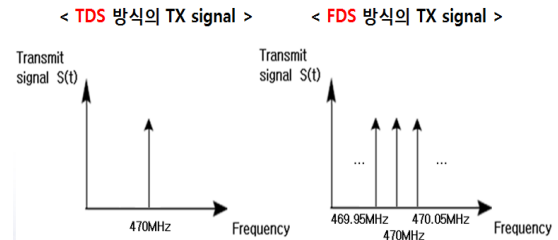


그림 2. TDS 방식과 FDS 방식의 TX 신호 비교

## III. 제안한 SAW Device Platform

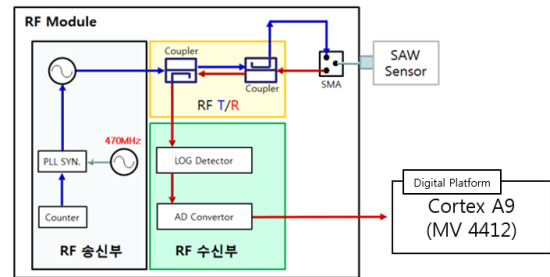


그림 3. SAW Device Platform 블록도

SAW Device Platform은 크게 RF signal을 생성하는 송신 블록과 RF 송수신을 제어하는 역할을 하는 RF T/R 블록 그리고 SAW에서 반사되어 들어온 A/D 데이터를 처리하는 수신 블록으로 구성되어 있다. RF signal 부분에서는 MICOM (ATmega8)이 장착되어 PLL(Phased Locked Loop)를 제어하게 되어 있다. PLL부분에서는 원하는 주파수 영역의 RF signal을 생성한다. 본 논문에서 사용할 RF signal은 Center frequency가 470MHz이고, Span은 50MHz로 설정하였다.

생성된 RF signal은 LC 필터를 거쳐 Directional Coupler를 통해 SAW Sensor에 입력되고, SAW Sensor에서 반사된 반사파(Reflected Wave)는 Log Detector에 들어오게 된다. 이는 입력된 Power level을 로그 선형적으로 비례하는(Log-linearly proportional) DC 출력 전압을 제공한다.

출력된 DC 전압 값은 ATmega8에서 A/D 변환되고 Digital Platform으로 A/D Data 값이 전송된다. A/D Data 값은 반사판에 의해 반사된 주파수 성분의 가중치로 표현된 값이므로 최종적으로 Digital Platform에서 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)알고리즘을 통해 시간영역으로 ID 값을 확인한다.

#### IV. 실험

본 논문에서의 실험은 FDS 방식을 사용하는 Network Analyzer를 통해 측정된 ID 값과 구현한 SAW Device Reader Platform을 통해 측정된 ID 값의 유사성을 확인하여 실험 결과를 입증한다.

우선 Network Analyzer를 이용하여 SAW Sensor의 특성을 확인하였다. 주파수 특성을 보면 470MHz 정도에서 가장 많이 반사되는 것을 확인할 수 있다.

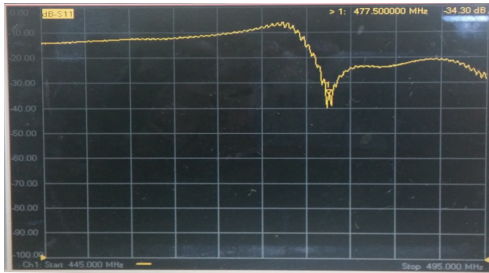


그림 4. Network Analyzer를 이용한 주파수 영역 측정 결과

이 주파수를 중심으로 다음과 같이 설정한다.

- Center Frequency : 470MHz
- Span : 50MHz
- Number of point : 801
- Start time : 0usec, Stop Time : 3.5usec

설정을 마친 후 Transform을 통해 주파수 영역에서 시간 영역으로 변환되어 ID 값을 확인할 수 있게 된다.

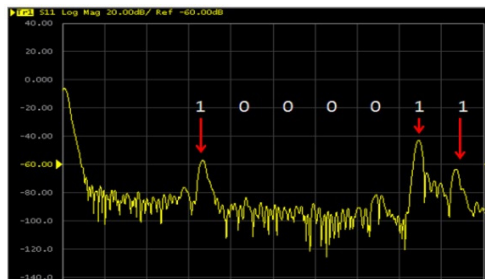


그림 5. Network Analyzer를 이용한 시간 영역 측정 결과

그림 5는 Network Analyzer를 이용하여 시간 영역의 측정 결과이다. 1 0 0 0 1 1의 값을 확인할 수 있다.

그림 6은 본 논문에서 제안한 SAW Device Reader Platform의 실험 환경이다. RF Module의 PLL을 통해 470MHz를 중심으로 Span 50MHz의 주파수를 송신하도록 설정하였다.

FDS 방식으로 SAW Sensor의 ID를 알기 위해서는 주파수 영역에서의 측정된 값을 확인해야 한다. 이때 SAW Sensor에서 반사된 반사파가 주파수 성분을 지니게 된다.

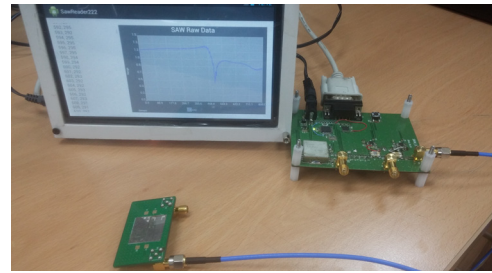


그림 6. 제안한 SAW Device Reader Platform 실험 환경

RF Module을 거쳐 Digital Platform으로 수신된 Data는 ID 값을 확인하기 위해서 IFFT 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서는 Cortex A9 기반의 Digital Platform을 통해 IFFT 알고리즘을 적용하여 실시간으로 ID 값을 확인할 수 있게 될 것이고 결과 값을 그림 5와 비교하여 실험 결과를 입증한다.

#### V. 결론

본 논문에서는 Cortex A9기반 FDS 방식의 실시간 SAW 리더 플랫폼 구현을 제안 하였다.

현재 MEMS와 나노기술의 발전과 유비쿼터스 컴퓨팅이 확산되면서 SAW Sensor에 대한 관심이 매우 높아지고 있다. 하지만 SAW Sensor 리더 플랫폼에 대한 구현 및 개발이 미진한 실정이기 때문에 본 논문에서 FDS 방식의 실시간 SAW 리더 플랫폼을 구현하여 기존의 PC방식과는 달리 임베디드 보드를 통한 휴대성과 실시간으로 센서 정보를 받아와 ID 값을 측정할 수 있게 된다.

#### 참고문헌

- [1] 유호준, "ARM11 기반의 SAW Sensor 리더 플랫폼에 관한 연구". 아주대학교 석사논문, 2008
- [2] 조윤희, "주파수 샘플링 방식의 표면 탄성파 송수신 플랫폼 설계", 아주대학교 석사논문 2013