

Cortex-A9 기반 휴대용 방사선 검출장치에서의 검출성능 향상을 위한 연구

권태경¹ · 김영길^{2*}

Research of Detection performance enhancement from portable radiation detection platform based on Cortex-A9

Tae-Kyung Kwon¹ · Young-Kil Kim^{2*}

¹Department of Electronic Engineering, Ajou University, Suwon 443-749, Korea

^{2*}Department of Electronic Engineering, Ajou University, Suwon 443-749, Korea

요 약

전 세계적으로 해운물류 안전 보안체계가 강화됨에 따라 국가물류보안 체계 구축을 위한 해운물류 안전 보안 핵심기술 개발이 이루어지고 있다. 이러한 국제적 정서에 발맞추어, 국내에서도 감마선 핵종을 검출할 수 있는 휴대용 방사선 검출 장치에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 논문에서는 Cortex-A9을 이용한 휴대용 방사선 검출장치 플랫폼 검출 성능의 향상을 위한 연구하였다.

ABSTRACT

Shipping and logistics safety, security system is strengthening worldwide, the development of shipping and logistics safety security core technology for national security logistics system construction has been carried out. Interest in portable radiation detection device capable detecting gamma rays nuclides is increasing. In this paper, I would like to propose the study of resolution enhancement for accurate analysis of nuclides in the platform of the radiation detector portable with Cortex-A9.

키워드 : 분해능, 검출, 방사선, Cortex-A9

Key word : radiation, detection, resolution, Cortex-A9

접수일자 : 2014. 05. 01 심사완료일자 : 2014. 05. 30 게재확정일자 : 2014. 06. 09

* **Corresponding Author** Young-Kil Kim(E-mail:ykkim@ajou.ac.kr, Tel:+82-31-219-2364)

Department of Electronic Engineering, Ajou University, Suwon 443-749, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.6.1488>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

최근 일본에서 발생한 원전사고로 인하여 국제적으로 방사선에 대한 관심이 점차 증가하고 있다. 이에 따라 전체적으로 해안물류의 안전 보안체계가 강화 되고 있는 추세이다. 또한 원전사고로 유출된 방사선 물질이 수년 안에 국내연안에 영향을 미칠 가능성도 제기되고 있어 국내산 수산물에 대한 방사선 검사의 필요성도 높아지고 있다.

이러한 방사선을 검출하는 장치인 방사선 측정 장치가 최근에는 휴대용으로 개발되어 출시되고 있다. 휴대용 방사선 측정 장치는, 방사선을 검출하는 센서로부터 측정된 방사선의 고유 에너지 값을 통하여 핵종을 구분 할 수 있도록 설계되어있다[1].

연구에 사용된 휴대용 방사선 검출장치는 안드로이드 운영체제를 탑재하여, 다양한 어플리케이션 연동으로 뛰어난 확장성과 더불어 사용자의 편의성을 위한 User Interface를 제공 하고, 또한 고성능의 CPU를 기반으로 하고 있어 빠른 방사선 측정을 돕고 있다.

하지만 방사선 검출센서 자체의 성능 한계와 주변의 노이즈의 문제, 그리고 기타 여러 가지 환경적인 요소로 인하여 방사선의 핵종검출이 정확하게 이루어지지 않는 경우가 발생하고 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 휴대용 방사선 검출장치의 성능 향상 연구를 진행하고자 한다. 이를 위해 스무딩 기법을 사용하여 노이즈를 줄이고, 반치폭(Full Width at Half Maximum ; FWHM)을 줄이는 여러 알고리즘 적용하여 분해능의 향상 시키는 연구를 진행하고자 한다.

II. 하드웨어 구성

휴대용 방사선 측정장치의 구성은 감마선 센서, 아날로그 모듈, 디지털 플랫폼으로 나뉜다. 감마선 센서는 신틸레이터가 내장되어있으며 방사선이 신틸레이터에 들어오면 그 구성 원자와의 상호작용으로 원자 또는 분자를 여기 시키고 여기 된 원자, 분자가 원래의 상태로 돌아갈 때 그 에너지를 빛으로 방출하고, 방출된 빛을 PMT를 거쳐 전류로 바꿔준다. 바뀐 전류는 그 세

기가 미세하기 때문에 High Voltage를 거쳐 증폭시킨다. 센서로부터 발생된 전류신호는 아날로그모듈에서 증폭 및 가우시안펄스로 변환 해준다. 그리고 최종적으로 디지털 플랫폼에서 이 신호를 분석하여 사용자에게 Display 해주도록 구성되어있다[2].

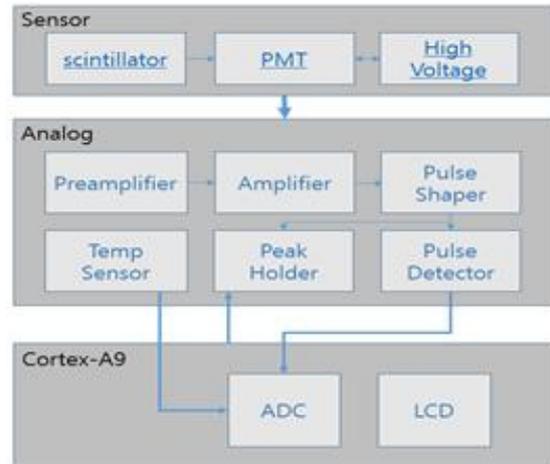


그림 1. 휴대용 방사선 검출장치 블록도

Fig. 1 block diagram of Portable radiation detection

아날로그 회로에서 가장 중요한 부분은 신호분석을 위한 펄스 셰이퍼(Pulse Shaper), 펄스 디텍터(Pulse Detector), 피크 홀더(Peak holder)이다. 신호의 출력인 펄스가 증폭되는 것을 막기 위해 펄스를 날카롭게 변형시켜줄 필요가 있다.

감마선 센서의 출력을 날카롭게 변형시켜 주는 역할을 하는 것이 펄스 셰이퍼이다. 이는 CR과 RC회로의 특성을 이용하여 구성이 가능하다.

펄스 디텍터는 비교기로 구성되어 있으며 펄스가 한번 발생할 때 한 번만 읽어서 피크값을 저장하기 위해 사용된다.

피크 홀더는 펄스 셰이퍼의 출력을 받아 피크값을 유지시켜 주는 역할을 한다. 펄스의 피크값을 읽을 때 피크 발생의 정확한 타이밍을 맞추기 어렵기 때문에 조금 늦게 읽어도 정확한 피크값을 읽을 수 있도록 하기 위해 사용한다.

Cortex-A9 플랫폼에서는 아날로그 회로의 신호를 받아 분석하고 출력하는 역할을 한다. 펄스 디텍터의 신호가 Cortex-A9 내부의 ADC를 통해 피크 홀더의 피크

값을 읽어 저장하고 초기화 신호를 보내 피크 홀더를 그라운드로 초기화 시켜준다. 계속해서 피크 값을 저장하다가 4초의 시간이 흐르면 출력하기 위한 처리를 한다. Cortex-A9의 GPIO는 4초동안 누적된 결과 값이 기준치 이상이 되면 LED와 Buzzer를 켤 수 있도록 GPIO 핀에서 전압이 출력된다. 이러한 동작들은 리눅스 커널의 디바이스 드라이버와 안드로이드 어플리케이션에서 동작하게 된다. 동작을 위해 제작한 플랫폼은 다음의 그림 3과 같다.

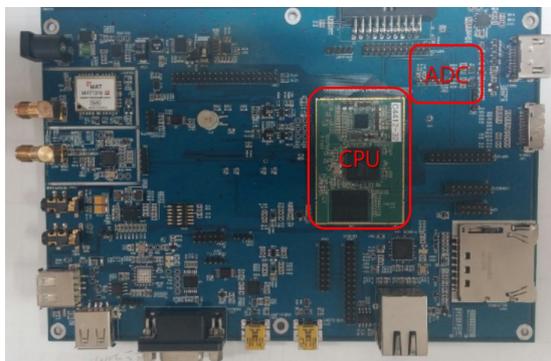


그림 2. Cortex A9 디지털 플랫폼
Fig. 2 Cortex A9 Digital Platform

ARM Cortex-A9은 싱글 및 멀티코어 프로세서로 ARM 7 아키텍처를 기반으로 설계되었다. 기존의 Cortex-A8보다 향상된 성능을 보여주고 공정의 미세화로 전력소모는 줄어들었다. 클럭은 1GHz이상이며, 기존 CortexA8보다 성능이 약 1.25배 향상되었다[3].

Android는 운영체제, 미들웨어, 응용프로그램을 묶은 리눅스 커널기반 소프트웨어 플랫폼이다. Android는 기존의 운영체제와 달리 개방형 플랫폼으로 개발자들이 누구라도 플랫폼을 만들어 판매가능하다. 미들웨어에서는 C/C++, 리눅스 커널에서는 C로 작성된 코드를 사용하여 분리된 구조를 가지고 있으며, 응용프로그램은 자바를 채택하고 있어 많은 개발자들이 참여할 수 있도록 구성되어있다[4].

본 논문에서는 Android 4.0버전인 Ice Cream Sandwich를 사용하였다.

III. 분해능

휴대용 방사선 검출장치로 검출을 진행할 때, 다른 핵종이 검출된 핵종의 에너지와 근접해 있는 경우 검출이 정확하게 이루어지지 않는 경우가 생긴다. 검출되어 Display되는 그래프의 폭이 넓을 경우 접근해있는 핵종의 고유 에너지를 침범하여 해당 핵종이 존재하지 않더라도 함께 검출될 가능성이 있기 때문이다. 이러한 문제로 방사선 검출장치는 Cs-137의 고유에너지인 662KeV를 기준으로 최소 6~8%의 분해능을 갖도록 권장되어 있다. 분해능 향상을 위해서는 반치폭을 줄이는 방법이 있다. 반치폭은 단일 에너지(E_r)에 해당하는 피크치(H)의 1/2이 되는 지점의 폭을 의미하며 분해능은 이 반치폭을 이용하여 계산된다[3].

$$\text{분해능} = \frac{\Delta E(FWHM)}{E} \times 100\% \quad (1)$$

따라서 반치폭이 줄어들수록 분해능 %도 함께 줄어든다. 에너지 분해능 수치가 작으면 작을수록 피크높이는 높아지고, 폭은 좁아져 에너지가 서로 접근하는 두 개의 방사선 피크를 구별하는 능력이 좋아지므로 최종적으로 분해능이 향상된다.

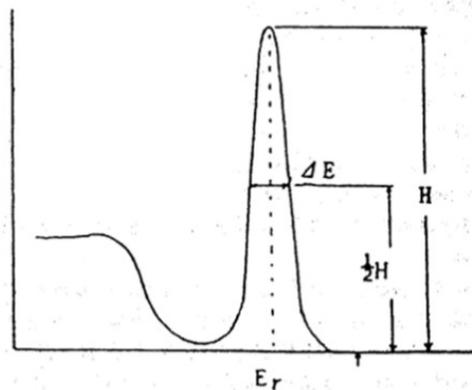


그림 3. 반치폭(FWHM)
Fig. 3 Full Width at Half Maximum(FWHM)

그림 3은 반치폭을 쉽게 이해할 수 있도록 설명된 그래프이다.

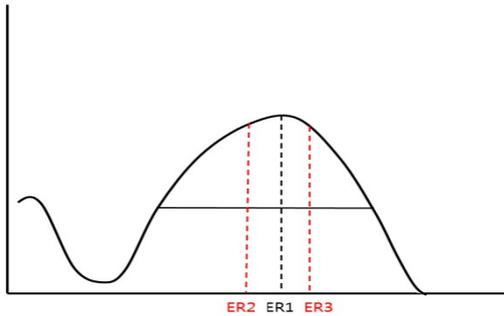


그림 4. 큰 반치폭
Fig. 4 Large FWHM

그림과 같이 반치폭이 큰 경우에는 핵종ER1과 ER2, ER3가 동시에 검출되는 문제가 발생한다. 분해능향상에 좋지 않은 영향을 주는 요소로 신호의 통계적 변동과, 증폭기, 검출기 자체의 전기적 잡음등이 있다. 분해능 향상을 위하여 반치폭을 줄이는 알고리즘을 사용하고, 본 연구에서 사용된 센서(ORTEC 3BY3 Integral NaI(Tl) Detector)의 성능 향상을 확인 하고자 한다.



그림 5. Cs(Cesium)-137 측정 그래프
Fig. 5 measurement graph of Cs(Cesium)137

위의 그림 3은 알고리즘 적용전의 그래프의 모습이다. 정상적으로 Cs-137이 검출되었지만 근접한 핵종 Na-22가 자칫 함께 검출될 우려가 있는 그래프이다. 여기에 반치폭을 줄이는 알고리즘을 적용하여 테스트를 진행하였다. 각각의 고유 에너지를 인덱스로 한 배열에 검출된 카운트 수 만큼 저장하고 있는 데이터에서 반치폭을 줄이기 위하여 피크를 기준으로 양옆의 고유에너지의 검출 카운트수를 일정 %로 점차 줄였다. 실험에서는 피크 양 옆의 데이터를 100~50%로 점차 줄여나가

평균적으로 75%의 데이터로 줄였다. 이로 인해 피크수치를 제외한 양옆의 폭이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다[4].



그림 6. 알고리즘 적용 이후 그래프
Fig. 6 Graph of applying algorithm

위의 그림 4는 반치폭 축소 알고리즘을 적용한 그래프의 모습이다. 그래프의 폭이 줄어들어 분해능이 향상된 것을 확인할 수 있다.

IV. 스무딩(Smoothing)

Smoothing기법은 노이즈 신호를 제거해 신호를 부드럽게 해주는 기법이다. 스무딩 기법을 테스트하기 위해 알고리즘으로 데이터를 변경할 수 있는 소프트웨어를 생성하여 테스트를 진행하였다.

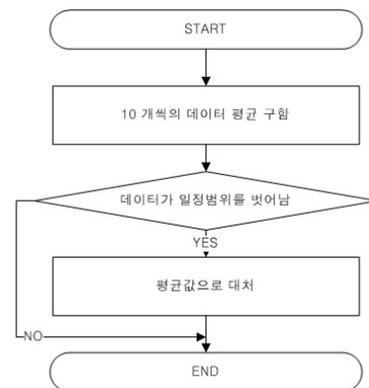


그림 7. Smothing 알고리즘 순서도
Fig. 7 Flowchart of smothing algorithm

프로그램은 그림 7의 순서도를 바탕으로 제작하였다.

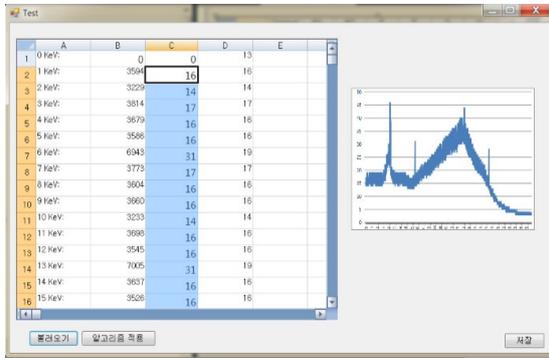


그림 8. 알고리즘 분석 프로그램
Fig. 8 Smothing test program

검출되어진 결과를 파일로 저장하여 해당 데이터를 가지고 실험을 진행하였다. 아래 그림은 휴대용방사선 검출 장치로부터 저장된 데이터를 이용하여 표현한 그래프이다.

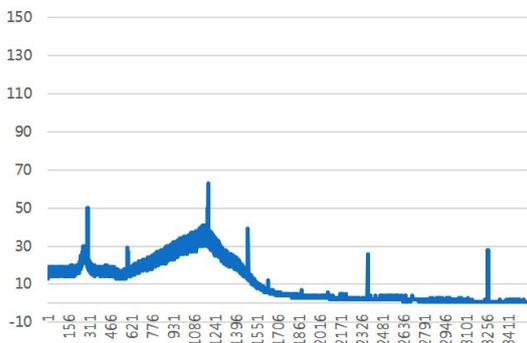


그림 9. 검출 데이터 그래프
Fig. 9 Graph of detected data

노이즈를 제거하기 위하여 각 데이터를 10개씩 카운트하여 평균값을 측정하고, 그 평균값에서 x%를 Maximum로 지정하고 y%를 Minimum으로 지정하여 해당범위를 벗어나는 데이터는 평균값으로 설정하도록 하였다.

아래 그림은 x,y값을 각각 70%,130%로 설정하여 적용한 그래프로써, 그래프가 좀 더 완만한 곡선을 이루는 것을 확인 할 수 있다.

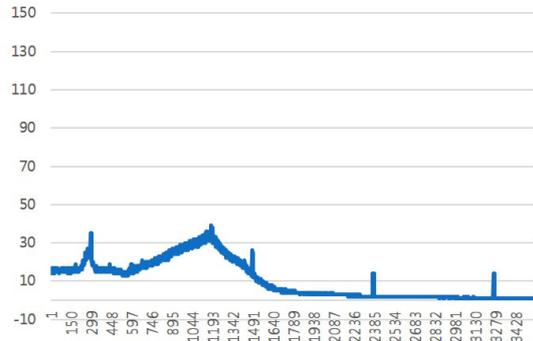


그림 10. 스무딩 적용 이후 그래프
Fig. 10 Graph of applying algorithm

알고리즘을 적용한 이후 표준편차를 비교해보면 적용전과 적용후가 각각 12.19, 9.07로 약 1.35%향상된 것을 확인 할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 방사선 검출의 성능을 높이기 위하여 스무딩 기법과 분해능 향상 기법을 적용하였다. 두 가지의 알고리즘을 적용한 결과 그래프의 적은 노이즈와 향상된 분해능을 확인할 수 있었고, 실제로 검출 성능의 향상을 확인할 수 있었다.

REFERENCES

- [1] J. H. Lee, Y. K. Kim "Research for realization of platform of portable radiation detector using NaI(Tl) Scintillator" *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 16, no. 10, pp. 2323-2328, 2012.
- [2] NaI Scintillation Probe And Gamma Spectroscopy,[Internet]. Available: <http://www.pocketmagic.net/?p=1541>
- [3] ARM Processors, ARM Holdings, Available: <http://arm.com/products/processors/index.php>
- [4] Android Architecture, Google, Available: developer.android.com/about/index.html



권태경(Tae-Kyung Kwon)

2013-현재 아주대학교 전자공학과 석사과정

※관심분야 : Embedded System, 소프트웨어 공학, 센서네트워크



김영길(Yung-Kil Kim)

1978 고려대학교 전자공학과 학사

1980 한국과학기술원 산업전자공학과 석사

1984 ENST(France) 박사

1984-현재 아주대학교 전자공학과 교수

※관심분야 : RFID, Embedded System