

Cortex-A9 기반 휴대용 방사선 검출장치에서의 분해능 향상을 위한 연구

권태경* · 김영길*

*아주대학교

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

Tae-Kyung Kwon* · Young-kil Kim*

*Ajou University

E-mail : rejoint@ajou.ac.kr

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 연구를 제안한다.

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

radiation, detection, resolution, Cortex-A9

I. 서 론

최근 일본에서 발생한 원전사고로 인하여 국제적으로 방사선에 대한 관심이 점차 증가하고 있다. 이에 따라 전체적으로 해운물류의 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 설계되어

있다.

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 노

이즈를 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 여기된 원자, 분자가 원래의 상태로 돌아갈 때 그 에너지를 빛으로 방출하고, 방출된 빛을 PMT를 거쳐 전류로 바꿔준다. 바뀐 전류는 그 세기가 미세하기 때문에 High Voltage를 거쳐 증폭시킨다. 센서로 부터 발생된 전류신호는 아날로그모듈에서 증폭 및 가우시안펄스로 변환 해준다. 그리고 최종적으로 디지털 플랫폼에서 이 신호를 분석하여 사용자에게 Display 해주도록 구성되어있다.

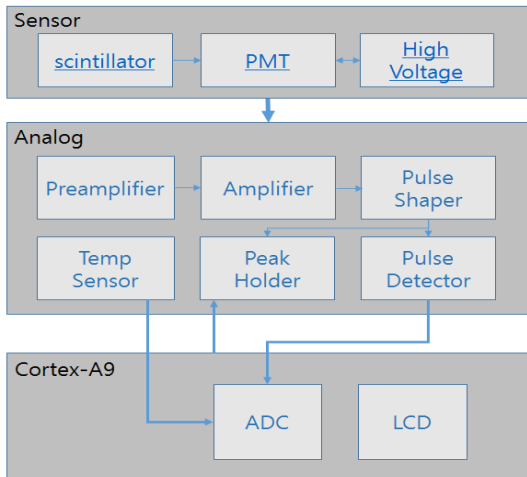


그림 1. 휴대용 방사선 검출장치 블록도

III. 반치폭(FWHM)

휴대용 방사선 검출장치로 검출을 진행할 때, 다른 핵종이 검출된 핵종의 에너지와 근접해 있는 경우 검출이 정확하게 이루어지지 않는 경우가 생긴다. 검출되어 Display되는 그래프의 폭이 넓은 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 줄이

는 방법이 있다. 반치폭은 단일 에너지(Er)에 해당하는 피크치(H)의 1/2이 되는 지점의 폭을 의미하며 분해능은 이 반치폭을 이용하여 계산된다.

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

수식 1. 분해능 계산 수식

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

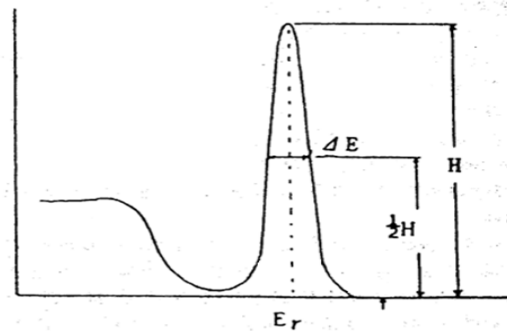


그림 2. 반치폭(Full Width at Half Maximum)

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.

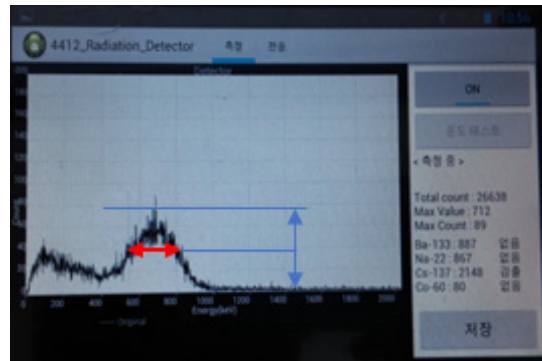


그림 3. Cs(Cesium)-137 측정 그래프

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%로 카운트 데이터를 줄였다. 이로 인해 피크수치를 제외한 양옆의 폭이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

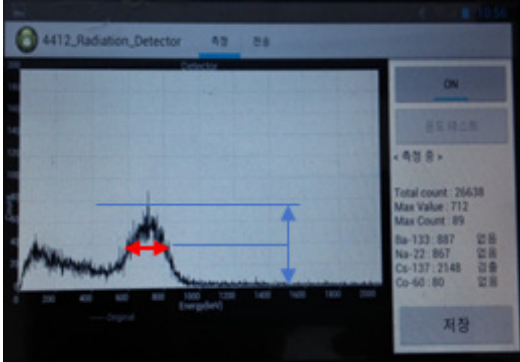


그림 4. 반치폭 축소 알고리즘 적용

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

V. 스무딩(Smoothing)

Smoothing 기법은 노이즈 신호를 제거해 신호를 부드럽게 해주는 기법이다. 스무딩 기법을 테스트하기 위해 알고리즘으로 데이터를 변경할 수 있는 프로그램을 생성하여 테스트를 진행하였다.

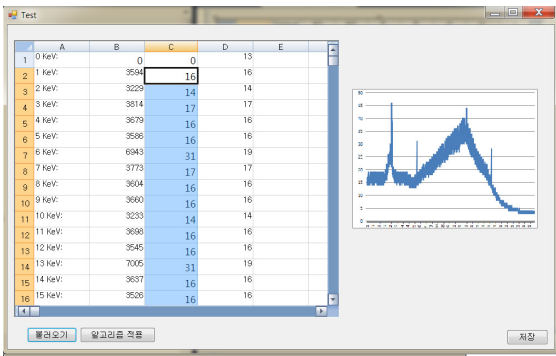


그림 5. 알고리즘 테스트 프로그램

테스트 프로그램에 사용될 데이터 추출을 위하여 방사능 검출 장치로부터 검출되어진 고유에너지

별 카운트 데이터를 파일로 저장하였다. 아래 그림은 휴대용 방사선 검출 장치로부터 저장된 데이터를 이용하여 표현한 그래프이다

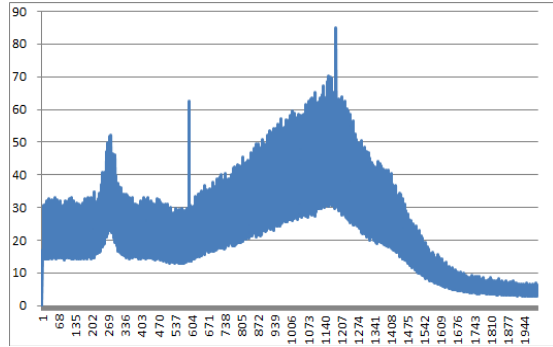


그림 6. 검출 데이터 그래프

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 확인할 수 있다.

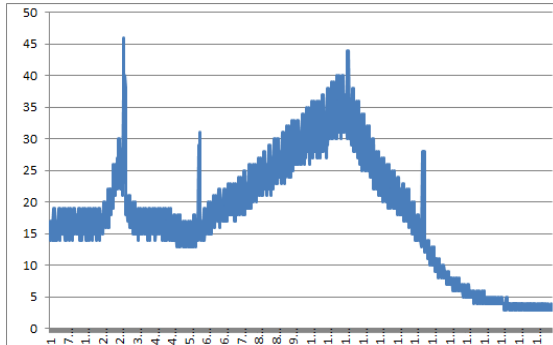


그림 7. 스무딩 이후 그래프

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

VI. 결론

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.

참고문헌

- [1] 이준휘, NaI(Tl) Scintillator를 이용한 휴대용 방사선 검출 장치 구현에 대한 연구, 한국정보통신학회논문지, 16(10), 2323-2328, 2012.10
- [2] Lange E, Gröpl C, Reinert K, Kohlbacher O, Hildebrandt A., "High-accuracy peak picking of proteomics data using wavelet techniques" Pac Symp Biocomput. 243-54 (2006).