

방사선 측정장치의 저준위 방사선 측정과 방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선에 관한 연구

A Study On Low Radiation Measurement of Radiation Measuring Devices and Improvement of Reaction Speed according to the Rapid Change of Radiation Dose

이 주 현*, 이 승 호**

Joo-Hyun Lee*, Seung-Ho Lee**

Abstract

This paper suggests an algorithm to measure low-level radiation by radiation measuring devices, and the other algorithm to improve reaction speed of the device to better respond to dramatic changes in radiation amount. The former algorithm to improve the accuracy of measuring low-level radiation takes advantage of a dual window radiation measurement method which is based on accumulated average of pulses gathered by a radiation measuring sensor. The latter algorithm is to enhance reaction speed of a measuring device to more sensitively react to dramatic changes in radiation amount by adopting a dual window radiation measurement method which analyzes data patterns newly put into for six seconds. To verify the suggested algorithms, a hardware—which consists of sensor and high-voltage generator, controller, charger and power supply circuit, wireless communication part, and display part—was used. Tests conducted on the dual window radiation measurement method as used in the suggested algorithm have proved that accuracy improves to measure low-level radiation of 5uSv/h, and linearity also gets better. Other tests were conducted to see whether the suggested algorithm enhances the reaction speed of a radiation measuring device so that the device responds better to dramatically changing radiation amount. The experimental results have shown meaningful changes in numbers after six seconds. Therefore, the conclusions are made that the algorithm enhances the reaction speed of the device.

요 약

본 논문에서는 방사선 측정장치의 저준위 방사선 측정 알고리즘과 방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선을 위한 알고리즘 및 장치의 구성을 제안한다. 저준위 방사선 측정의 측정 정밀도를 개선하기 위한 알고리즘은 방사선 측정센서로부터 수집된 펄스의 누적평균을 기준으로 하는 듀얼 윈도우 방사선 수치 측정법을 사용한다. 방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선을 위한 알고리즘은 신규로 입력된 6초 동안의 데이터 패턴분석을 통한 듀얼 윈도우 방사선 수치 측정법을 사용한다. 제안된 알고리즘의 검증에 위한 하드웨어 장치는 센서 및 고전압 발생부, 제어부, 충전 및 전원회로부, 무선통신부, 디스플레이부 등으로 구성되어 있다. 제안된 알고리즘에서 사용한 듀얼 윈도우 방사선 수치 측정법을 실험한 결과, 기존 5uSv/h 수준의 저선량 한계에서 대체로 불확도가 낮아지고 선형성이 개선됨을 확인할 수 있었다. 또한 급격한 방사선량의 변화에 대한 장비의 반응속도 개선에 대해 실측실험을 통해 6초 이후에 변화된 수치가 반응함을 확인하였다. 따라서 제안된 알고리즘이 급격한 변화에 따른 장치의 반응속도가 개선됨을 확인할 수 있었다.

Keywords : Radiation, Gamma-ray, High Voltage, X-ray, GM Tube, Dose rate

* Department of Electronic Engineering, Hanbat National University, jimlee314@gmail.com, 010-3403-5828
Department of Electronics&Control Engineering, Hanbat National University, shlee@cad.hanbat.ac.kr, 010-8807-9876,
* Corresponding author

Manuscript received Nov. 17, 2014; revised Dec. 9, 2014; accepted Dec. 9, 2014

1. 서론

방사선 측정 기술은 수십년간 원자력 분야에서 폭 넓게 사용되고 있는 기술로, 대표적으로 가이거 물리관(GM 계수기)을 사용한 방사선 이온화 정도를 측정하여 흡수 에너지를 정량화하는 측정방법이 가장 보편적인 방법이라 할 수 있다.[1] 과거 산업 및 의료분야에만 국한되었던 방사선 측정에 대한 요구가 일본의 원전사고 등으로 이제는 사회 전반에서 안전을 담보하기 위한 중요한 정보가 되었다. 식품 및 산업용 재료, 공산품 등에서도 방사선의 피폭에 대한 우려를 고려해야 하는 상황에 놓이게 되었다. 따라서 수시로 실시간 자연(공기, 바닷물, 수입수출 농수축산물, 산업용 공산품 및 산업용 재료 등) 방사선 및 환경 방사선 등을 측정해야하는 필요성이 대두되고 있는 실정이다.

한편, 방사선을 사용한 다양한 분야에서 작업 종사자 및 병원 및 연구시설, 산업 현장 등에서 방사선 측정을 통해 방사선 피폭의 피해를 최소화하는 예방 및 안전이 중요하다. 따라서 방사선 측정장치의 필요성이 증가하고 있으며, 장치의 신뢰성을 확보하는 것이 무엇보다 중요하다 할 수 있다. 기존의 방사선 측정장치는 고성능 센서를 사용하여 특정 분야에 주로 사용되며, 고가의 장비로 개발되는 실정이라 할 수 있다. 또한 장비의 제조사에 따라서 장치의 반응 속도가 현격하게 차이가 나며, 이러한 장치의 반응속도는 산업현장이나 실제 장치의 운용에 있어 많은 영향을 끼칠 수 있다. 본 논문에서는 방사선 측정장치의 저준위 방사선 측정 알고리즘과 방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선을 위한 알고리즘 및 장치의 구성을 제안한다.

2. 방사선 측정 기술에 관련된 연구

본 장에서는 방사선 측정 기술과 관련된 선행기술에 대하여 논한다.

2개의 검출 센서를 적용하여 저준위의 방사선을 측정하는 방법으로 포토다이오드를 사용하여 저준위를

GM Tube를 사용하여 중·고준위를 측정하는 방법이 발표되었다.[2] 이 방법은 2개의 검출 센서를 통해 다이내믹 레인지를 구성하여 저준위를 측정할 수 있으나, 회로 및 장치의 구성이 복잡해지고 구성을 위해 각각의 측정 알고리즘을 추가로 구성해야 하는 어려움이 있다. 실리콘 핀 포토다이오드를 이용해 전자선량

계를 설계를 하여 저준위의 방사선을 측정하는 방법이 발표되었다.[3] 이 방법은 실리콘 핀 다이오드를 사용하여 감도 및 방사선에 의한 펄스 획득이 용이한 점이 있으나, 저준위 방사선 감지를 위한 알고리즘이 필요하며 저준위방사선 측정의 선형성을 보완해야 하는 단점이 있다. 핀 포토다이오드와 CSI 섬광체를 결합하여 개인용 피폭선량을 측정하는 방법이 발표되었다.[4] 이 방법은 GM Tube를 적용하여 저선량의 수치를 측정이 용이하다. 그러나 회로를 구성하는데 소요되는 비용이 상대적으로 고가이고 저준위 방사선의 신뢰성 있는 측정결과에 대한 접근이 미흡하며, 방사선량의 급격한 변화에 대응하는 알고리즘이 없는 단점이 있다. 2개의 GM Tube를 사용하여 다이내믹 레인지를 구성하여 저준위부터 1Sv/h에 이르는 고준위 영역까지 측정이 가능한 방법이 발표되었다.[5] 이 방법은 선량변화에 따른 빠른 응답을 위한 알고리즘 등이 적용되어 있으며, 2개의 GM Tube를 사용하여 저선량의 측정에도 용이하다. 그러나 2개의 GM Tube를 구성하는 회로의 크기가 커지고 설계비용이 고가로 드는 단점이 있다. 앞서 언급한 바와 같이 지금까지 발표된 연구들은 저준위 방사선 측정 알고리즘과 방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선을 위한 알고리즘을 동시에 가진 연구결과가 전무한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 방사선 측정장치의 저준위 방사선 측정 알고리즘과 방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선을 위한 알고리즘 및 장치의 구성을 제안한다. 저준위 방사선 측정의 측정 정밀도를 개선하기 위한 알고리즘은 방사선 측정센서로부터 수집된 펄스의 누적 평균을 기준으로 하는 듀얼 윈도우 방사선 수치 측정법을 사용한다. 방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선을 위한 알고리즘은 신규로 입력된 6초 동안의 데이터 패턴분석을 통한 듀얼 윈도우 방사선 수치 측정법을 사용한다. 또한 본 논문에 제안된 알고리즘을 사용하여 방사선 측정장치를 구성하면, 2개 이상의 센서를 혼용하여 사용하지 않고 1개의 방사선 검출기를 사용하여 회로를 구성할 수 있으므로 기존의 방사선 장치에 비하여 저가로 설계가 가능하다.[6]

3. 제안하는 방법

3.1 전체 하드웨어 구성 블록도

본 논문에서 제안하는 방사선 측정장치의 전체 하드웨어 구성 블록도는 그림 1과 같이 센서 및 고전압 발생부, 제어부, 충전 및 전원회로부, 무선통신부, 디스플레이

레이부 등으로 구성되어 있다.

센서 및 고전압 발생부는 먼저 GM Tube(LND713) 센서로부터 방사선을 센싱하여 고전압 발생부로 전달한다. 고전압 발생부는 1차 30V 전원 생성을 위해 A8735 디바이스를 사용하여 펄스형 30V 전원을 생성하게 된다. 다음에 트랜스를 사용하여 500V 대의 2차 고전압을 생성한다. 지속적인 펄스의 공급은 많은 양의 전력을 소비하므로, 휴대형 방사선 검출기의 반응도에 따른 고전압 발생이 중요하게 된다. 이를 위해 방사선 검출기의 반응 정도에 따라 제어부의 프로세서가 고압 캐패시터 충전에 위한 펄스의 주기 및 수를 실시간으로 조절하여 전력소비를 최소화 하였다.[7] 제어부는 ATMEGA328P의 마이크로프로세서를 사용하여 전체시스템을 제어하도록 하였다. 충전 및 전원회로부는 LM3658 디바이스를 사용하여 Li-ion 배터리의 충전 및 각 시스템 구성부에 필요한 전원을 공급하도록 구성하였다. 무선통신부는 스마트폰 또는 PC와의 무선 데이터 전송을 위하여 블루투스 2.1 버전의 FB155BC 모듈을 탑재하여 스마트폰 앱을 통해 실시간 모니터링을 목적으로 설계하였다. 디스플레이부는 Custom LCD 사용을 위해 MC5502 Custom LCD 전용 드라이버를 사용하고 제어부를 통해 디스플레이 내용을 전달, 제어하도록 설계하였다. 한편, 누적된 방사선량의 측정이 필요하기 때문에 추가적으로 RTC(Real Time Clock) 회로를 설계하였다.

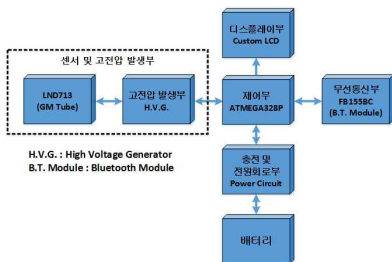


Fig. 1. The Block Diagram of Overall Hardware
 그림 1. 전체 하드웨어 구성 블록도

3.2 펌웨어

설계과정에 따라 하드웨어가 설계된 이후에 ATMEL사의 ATMEGA328P 마이크로프로세서를 위한 GCC toolchain인 GNUGCC 컴파일러를 사용하여 크로스컴파일 환경을 구축 하였다. 소스작성 및 디버깅을 위해 어셈블러 및 시뮬레이터를 포함하고 있는 ATMEL사의 AVR Studio 4를 사용하였다.

3.3 저준위 방사선 측정을 위한 알고리즘

기존 5uSv/h 수준의 저선량 한계의 정확도를 0.1uSv/h ~ 5uSv/h 수준까지로 저선량 측정 정확도를 개선하기 위한 듀얼 윈도우 방사선 수치 측정법 알고리즘을 제안한다.[8] 제안된 알고리즘은 방사선 측정센서로부터 수집된 펄스의 누적평균을 기준으로 하는 듀얼 윈도우 방사선 수치 측정법을 사용한다. 그림 2는 본 논문에서 제안된 저준위 방사선 측정을 위한 알고리즘의 전체 흐름도를 나타내고 있다. 방사선 측정센서로부터 수집된 펄스의 누적평균을 기준으로 하는 듀얼 윈도우 방사선 수치 측정법 알고리즘은 512초 데이터 누적 및 평균 과정, 캘리브레이션에 의해 보정된 센서 표준 테이블과 비교 과정, 평균화된 매초의 펄스수에 대한 방사선량 변환 과정, 방사선량 및 누적선량 출력 과정 등으로 구성되어져 있다. 그림 2(a), 그림 2(b)의 512초 데이터 누적 및 평균 과정은 FIFO 구조로 512초 동안 지속적으로 입력된 입사 방사선에 대한 펄스를 카운트하여 누적 저장한다. 초기 512초 동안에 안정적인 방사선량을 제곱함에 있어 512초가 되는 지점까지 누적된 시간(초)단위의 누적 펄스수를 해당 시간에 맞추어 평균한 평균값과 누적선량을 동시에 전달한다. 그림 2(c)의 캘리브레이션에 의해 보정된 센서 표준 테이블과 비교 과정은 방사선 측정 장치에 적용된 센서가 가지는 특성이 각기 미세한 차이를 가지고 있으므로 측정 가능한 모든 구간에 대한 대표지점을 기준으로 캘리브레이션을 수행한다. 이때 각 구간별 선형성과 센서 표준 테이블의 값 등을 고려하여 센서 특성을 보상하여 실측시 정상적인 값이 출력되도록 한다.[8] 그림 2(d)의 평균화된 매초의 펄스수에 대한 방사선량 변환 과정은 누적평균된 펄스수에 대하여 측정 펄스에 대한 방사선량 기준 테이블에 맞추어 방사선량으로 변환한다. 방사선량 및 누적선량 출력 과정은 펄스수의 방사선량 및 누적선량의 수치정보를 제어부를 통해 디스플레이부로 출력하여 사용자에게 방사선량 및 누적선량 정보를 전달할 수 있도록 한다.[9]

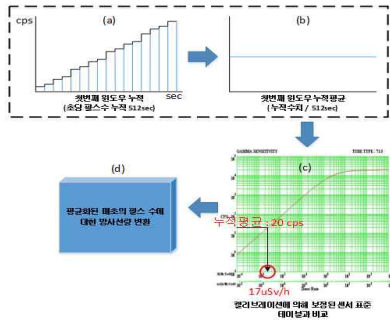


Fig 2. Overall flow of algorithm for low-level radiation measurement

그림 2. 저준위 방사선 측정을 위한 알고리즘의 전체 흐름도

3.4 방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선을 위한 알고리즘

방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선을 위한 알고리즘은 신규로 입력된 6초 동안의 데이터 패턴분석을 통한 듀얼 윈도우 방사선 수치 측정법을 사용한다. 그림 3은 본 논문에서 제안된 방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선을 위한 알고리즘의 전체 흐름도를 나타내고 있다.

방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선을 위한 알고리즘은 512초 데이터 누적 및 평균 과정, 신규 6초건의 초당 펄스 수의 경향 분석 과정, 급격한 펄스수의 지속적인 변화가 지속 감지시 감지된 마지막값 출력 과정, 신규 초당 펄스 수에 대한 누적 평균 과정 등으로 구성되어져 있다. 그림 3(a)의 512초 데이터 누적 및 평균 과정은 FIFO 구조로 512초 동안 지속적으로 입력된 입사 방사선에 대한 펄스를 카운트하여 누적 저장한다. 초기 512초 동안에 안정적인 방사선량을 제공함에 있어 512초가 되는 지점까지 누적된 시간(초)단위의 누적 펄스수를 해당 시간에 맞추어 평균한 평균값과 누적선량을 동시에 전달한다. 그림 3(b)의 신규 6초건의 초당펄스수의 경향 분석 과정은 첫 번째 윈도우의 최근 6초의 구간을 두 번째 윈도우로 지정하여 6초 동안의 매초 펄스 수를 모니터링 한다. 6초간 지속적으로 증가 또는 감소하는 경우에 두 번째 윈도우에 의해 누적평균된 값을 적용한다. 그림 3(c)의 급격한 펄스수의 지속적인 변화가 지속 감지시 감지된 마지막값 출력 과정은 첫 번째 윈도우의 최근 6초의 초당 펄스수를 실시간으로 모니터링 하여 전체 누적평균을 기준으로 10% 이상 값의 변화가 지속적으

로 평균치에 비해 증가하거나 감소하는 패턴이 감지되면 즉시 마지막 입력된 펄스수의 값을 전체 윈도우를 구성하는 메모리에 업데이트한다.[10] 그림 3(d)의 신규 초당 펄스 수에 대한 누적평균 과정은 급격한 펄스수의 변화에 의해 두 번째 윈도우에 의해 누적평균된 값을 업데이트하여 디스플레이 한 이후에 첫 번째 윈도우에 업데이트된 누적평균값에 더하여 신규 초당 펄스수를 지속적으로 추가하여 누적평균하도록 한다.[11]

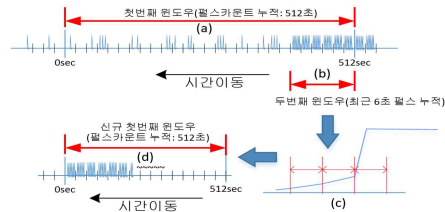


Fig 3. Overall flow of an algorithm for improvement of reaction speed according to the rapid change of radiation dose

그림 3. 방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선을 위한 알고리즘의 전체 흐름도

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 실험 환경

본 실험을 진행한 환경은 그림 4와 같이 저준위에서 최대 13mSv/h 레인지에서의 방사선 조사 및 테스트가 가능한 공인 시험기관의 장비를 사용하여, 시험 및 공인 성적을 발급받는 방식으로 실험을 진행하였다. 당초 방사선 측정장치의 저준위 방사선 측정에서 기준 조사 방사선량에 대해 측정값이 ±값으로 출력되는 폭이 큼이 확인되어 저준위 방사선 측정을 위한 자동 calibration 포인트를 5uSv/h로 추가하였다. 또한 저준위 측정을 위한 첫번째 윈도우(누적 측정시간)를 512초로 설정하였다. 급격히 변화하는 방사선량의 값을 즉시 갱신하기 위한 두 번째 윈도우(누적 시간)를 설정하여 종전보다 저선량에서 정밀하고 안정적인 방사선량 값을 제시할 수 있는 환경을 구성하였다.[9] 그림 5와 같이 본 논문에서 제작한 방사선 측정 장치는 예정된 0.1uSv/h ~ 10mSv/h 구간에서 calibration을 통해 실제 센서가 가지는 특성 데이터를 모든 구간에서 실측하였다.[10] 다음에 측정결과를 calibration 테이블에 반영하여 이후 휴대용 방사선

측정장치로 사용되는 GM Tube 검출기의 측정 펄스에 대한 사용자 디스플레이 값의 기준을 제공한다.[7] 실제 조사 테스트는 먼저 calibration을 진행하고 이후 레인지로 3포인트를 지정하고 각 레인지에서 3포인트의 방사선량을 실측하는 방식으로 실험을 진행하였다.

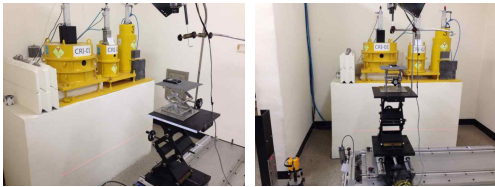


Fig 4. Accredited testing laboratory equipment capable of Irradiation and test

그림 4. 방사선 조사 및 테스트가 가능한 공인 시험기관의 장비

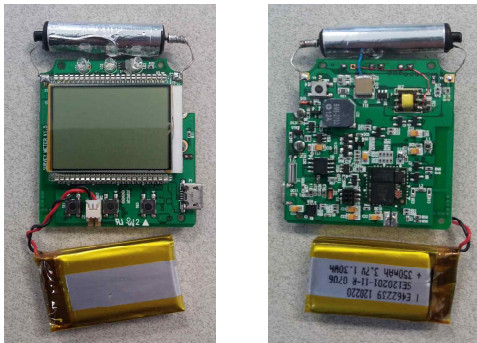


Fig 5. Radiation measuring devices of proposed system

그림 5. 본 논문에서 제안하는 방사선 측정장치

4.2 실험 결과 고찰

1) 저준위 방사선 측정을 위한 알고리즘에 대한 실험결과 및 고찰

방사선 측정센서로부터 수집된 펄스의 누적평균을 기준으로 하는 듀얼 윈도우 방사선 수치 측정법을 사용하여, 4개의 샘플 시료에 대하여 기존 측정 알고리즘이 적용된 방사선 측정장치와 본 논문에서 제안된 측정 알고리즘이 적용된 방사선 측정장치를 사용하여 선형성 및 불확도를 측정하였다. 표 1은 4개 샘플 시료에 대한 공인 시험기관의 공인시험성적서의 내용을 나타내고 있다. 4개의 샘플 시료에서 공통적으로 본

논문에서 제안된 측정 알고리즘을 적용한 경우에 대체로 불확도가 낮아지고 선형성이 개선됨을 확인할 수 있었다.[12]

Table 1. Certified test reports by certified testing laboratory

표 1. 공인시험기관의 공인시험성적서

분류 선질	기준 선량률	기존 측정 알고리즘		제안된 측정 알고리즘	
		피교정기 측정값	상대확장 표준불확도(%)	피교정기 측정값	상대확장 표준불확도(%)
¹³⁷ Cs (시료1)	2 μ Sv/h	1.2 μ Sv/h	48 % (k=2.57)	1.3 μ Sv/h	34 % (k=2.45)
	5 μ Sv/h	4.6 μ Sv/h		4.0 μ Sv/h	
	8 μ Sv/h	7.5 μ Sv/h		7.1 μ Sv/h	
¹³⁷ Cs (시료2)	2 μ Sv/h	1.6 μ Sv/h	15 % (k=2.45)	1.9 μ Sv/h	9.6 % (k=2)
	5 μ Sv/h	4.4 μ Sv/h		4.5 μ Sv/h	
	8 μ Sv/h	7.3 μ Sv/h		6.8 μ Sv/h	
¹³⁷ Cs (시료3)	2 μ Sv/h	1.3 μ Sv/h	50 % (k=2.36)	1.8 μ Sv/h	25 % (k=2)
	5 μ Sv/h	5.2 μ Sv/h		4.7 μ Sv/h	
	8 μ Sv/h	7.5 μ Sv/h		7.5 μ Sv/h	
¹³⁷ Cs (시료4)	2 μ Sv/h	1.5 μ Sv/h	44 % (k=4.30)	1.6 μ Sv/h	13 % (k=2)
	5 μ Sv/h	4.9 μ Sv/h		4.4 μ Sv/h	
	8 μ Sv/h	8.1 μ Sv/h		7.5 μ Sv/h	

그림 6(a)은 기존 측정 알고리즘을 적용한 방사선 측정장치의 저준위 방사선 측정 그래프를 나타내고, 그림 6(b)는 본 논문에서 제안된 측정 알고리즘을 적용한 방사선 측정장치의 저준위 방사선 측정 그래프를 나타내고 있다. 그림 6(a)에서는 저준위 기준인 5uSv/h에서 선형성이 떨어지지만, 그림 6(b)에서는 5uSv/h이하의 저준위에서 선형성이 개선됨을 확인할 수 있었다.[13]

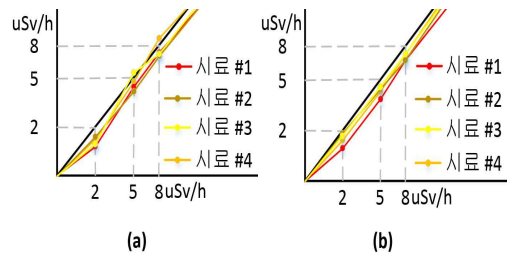


Fig 6. Graph of low level radiation(5uSv/h) measurement

그림 6. 저준위 방사선(5uSv/h) 측정 그래프

2) 방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도 개선을 위한 알고리즘에 대한 실험결과 및 고찰
신규로 입력된 6초 동안의 데이터 패킷분석을 통한 듀얼 윈도우 방사선 수치 측정법을 사용하여, 10개의

샘플 시료에 대하여 기존 측정 알고리즘이 적용된 방사선 측정장치와 본 논문에서 제안된 측정 알고리즘이 적용된 방사선 측정장치를 사용하여 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선을 측정하였다.

그림 7은 5uSv/h의 방사선 조사선량에서 50uSv/h로 방사선 조사선량으로 급격히 증가시켰을 경우의 방사선량 측정 그래프이다. 그림 7에서 나타난 바와 같이 5uSv/h에서 50uSv/h로 방사선량이 급변하는 경우, 기존 샘플 시료는 총 누적시간(512초)만큼 지나서 50uSv/h로 선량값이 서서히 변화되는 것을 확인할 수 있었다. 반면에 본 논문에서 제안한 반응속도 개선을 위한 알고리즘이 적용된 샘플 시료의 방사선량의 수치가 6초 동안에 50uSv/h로 변화됨을 확인할 수 있었다. 따라서 제안된 알고리즘은 급격한 변화에 따른 장치의 반응속도가 개선됨을 확인할 수 있었다.

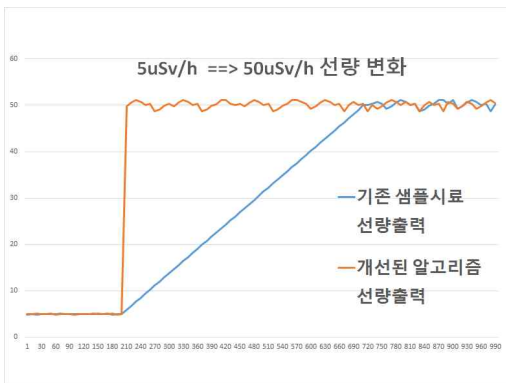


Fig 7. Graph of reaction speed according to the rapid change
그림 7. 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도 그래프

그림 8은 샘플 시료 10개에 대하여 5uSv/h에서 50uSv/h로 선량값을 급격히 증가시켰을 경우에 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용하였을 경우에 장치의 반응속도 그래프를 나타내고 있다. 샘플 시료의 방사선량의 수치가 6초 동안에 50uSv/h로 변화됨을 확인할 수 있었다. 따라서 제안된 알고리즘이 급격한 변화에 따른 장치의 반응속도가 개선됨을 확인할 수 있었다.

그림 9는 샘플 시료 10개에 대하여 500uSv/h에서 30uSv/h로 선량값을 급격히 감소시켰을 경우에 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용하였을 경우에 장치의 반응속도 그래프를 나타내고 있다. 샘플 시료의 방사선량의 수치가 6초 동안에 30uSv/h로 변화됨을 확인

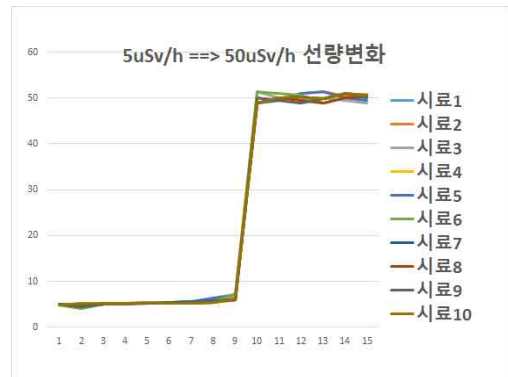


Fig 8. Graph of reaction speed according to the rapid change(5uSv/h -> 50uSv/h)
그림 8. 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도 그래프 (5uSv/h -> 50uSv/h)

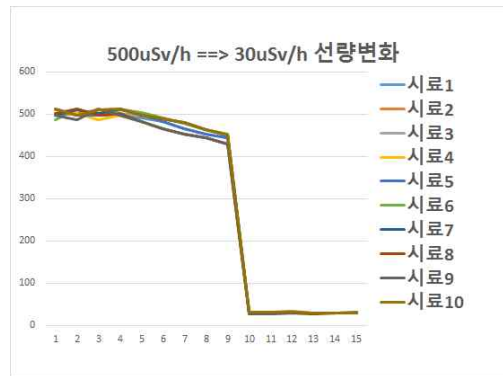


Fig 9. Graph of reaction speed according to the rapid change(500uSv/h -> 30uSv/h)
그림 9. 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도 그래프 (500uSv/h -> 30uSv/h)

할 수 있었다. 따라서 제안된 알고리즘이 급격한 변화에 따른 장치의 반응속도가 개선됨을 확인할 수 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 방사선 측정장치의 저준위 방사선 측정 알고리즘과 방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도개선을 위한 알고리즘 및 장치의 구성을 제안하였다. 방사선 측정센서로부터 수집된 펄스의 누적 평균을 기준으로 512초의 저장 윈도우를 두어 방사선

수치의 누적 측정법을 사용하여 저준위 방사선 측정의 측정 정밀도를 개선하였다. 또한 신규로 입력된 6초 동안의 데이터 패턴분석을 통해 두 번째 저장 윈도우를 두어 방사선 수치 측정에서 방사선량의 급격한 변화에 따른 장치의 반응 속도를 개선하였다. 제안된 알고리즘에서 사용한 듀얼 윈도우 방사선 수치 측정법을 실험한 결과, 기존 5uSv/h 수준의 저선량 한계에서 대체로 불확도가 낮아지고 선형성이 개선됨을 확인할 수 있었다. 또한 급격한 방사선량의 변화에 대한 장치의 반응속도 개선에 대해 실측실험을 통해 6초 이후에 변화된 수치가 반응함을 확인하였다. 따라서 제안된 알고리즘이 급격한 변화에 따른 장치의 반응속도가 개선됨을 확인할 수 있었다.

향후 저선량 측정에 보다 성능이 좋은 GM Tube 검출기 및 반도체 센서를 사용하여 일반용 휴대용 방사선 측정장비의 성능 개선, 소비전력을 감소시킬 수 있는 방법, 장치의 안정화 기간과 표준 불확도를 현격히 줄일 수 있는 방법들에 대한 연구가 필요하다.

References

- [1] Nuclear Training Center, "Radiation Measurement and handling", Korea Atomic Energy Research Institute, Nuclear Training Center, 2004
- [2] Yong-Tae Kim, "A measurement instrument of radiation using a GM-Tube and photodiode" Chungnam National University, 2008
- [3] Un-Kun Yi, Seok-Geon Kwon, Jung-Seon Kim, and Chang-Ho Sohn, "A Study on the Development of Electronic Personal Dosimeter with Silicon PIN Photodiode", 2002 Proceedings of Electrical Engineers Summer Conference, pp.2285-2288, Sep. 2002
- [4] S.G. Kwon, U.K. Yi, H. Hun, C.H. Sohn, J.S. Kim, C.J. Lee, "Development of Personal Dosimeter", 2000 Proceedings of Electrical Engineers Summer Conference, pp724 - 726, Nov., 2000.
- [5] Won-Goo Lee, "The Development of A Domestic Model of Portable Radiation Survey Meter", ILJIN Radiation Engineering, 2001.
- [6] V. Drndarevic, N. Jevtic, "A versatile, PC-based gamma ray monitor", Radiation Protection Dosimetry, Vol.129 No.4, pp478-480, Oct., 2007
- [7] Lindeman H, Mornel E, "Dead time and recovery time of G.M. counters as a function of counter voltage", Physica, Vol.31 No.12, pp.1756-1760, Dec., 1965
- [8] Keun-Bae Lee, Jong-Nam Kim, Jae-Yeun Lee, Pil NamKung, Jun-Hee Lee, "The Development of the Multipurpose Portable Radiation Survey Meter", Iljin Radiation Engineering, 2003
- [9] Mori Chizuo, Kumanomido Hironori, Watanabe Tamaki, "Background compensated GM counter for the measurement of low level β -activity", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Vol.211 No.2, pp.429-432, Jun., 1983
- [10] Moon-Hyung Cho, Yu-Ho Won, Seung-Jun Maeng, "Measured low-doserate from GM tube, Relative error and Dispersion coefficient estimate", Abstracts of proceedings of the Korean Radioactive Wasts Society, Vol.9 No.1, pp.411-412, May., 2011
- [11] Kanno Kiyoshi, Shimmyo Kunio, "Relations between unshielded background counting rates taken outdoors and dimensions of GM counters", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Vol.192 No.2, pp.463-466, Feb., 1982
- [12] Korea Atomic Energy Research Institute, "Manufacture of the Energy Compensated Filter of the GM tube used in Electronic Personal Dosimeter and Characteristic Test Using the Reference Radiations", KAERI/CR-136, 2002
- [13] Koichi Chida, Yuko Nishimura, Yuko Sato, Ayumi Endo, Mutsumi Sakamoto, Chiharu Hoshi, Masayuki Zuguchi, "Examination of the long-term stability of radiation survey meters and electronic pocket dosimeters", Radiation Protection Dosimetry, Vol.129, No.4, pp.431-434, Nov., 2007

BIOGRAPHY

Joo-Hyun Lee (Student Member)

1997 : BS degree in Electronic Engineering, Hanbat National University

2000 : MS degree in Electronic Engineering, Hanbat National University

2013 ~ current : Ph. D course of Electronic Engineering, Hanbat National University

Seung-Ho Lee (Member)

1986 : BS degree in Electronic Engineering, Hanyang University

1989 : MS degree in Electronic Engineering, Hanyang University

1994 : Ph. D degree Electronic Engineering, Hanyang University

1994 ~ current : Professor, Department of Electronics&Control Engineering, Hanbat National University