

# CMOS 이미지 센서를 사용한 방사선 측정에 관한 연구 A Study On Radiation Detection Using CMOS Image Sensor

이 주 현\*, 이 승 호\*\*

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

## Abstract

In this paper, we propose the radiation measuring algorithm and the device composition using CMOS image sensor. The radiation measuring algorithm using CMOS image sensor is based on the radiation particle distinguishing algorithm projected to the CMOS image sensor and accumulated and average number of pixels of the radiation particles projected to dozens of images per second with CMOS image sensor. The radiation particle distinguishing algorithm projected to the CMOS image sensor measures the radiation particle images by dividing them into R, G and B and adjusting the threshold value that distinguishes light intensity and background from the particle of each image. The radiation measuring algorithm measures radiation with accumulated and average number of radiation particles projected to dozens of images per second with CMOS image sensor according to the preset cycle. The hardware devices to verify the suggested algorithm consists of CMOS image sensor and image signal processor part, control part, power circuit part and display part. The test result of radiation measurement using the suggested CMOS image sensor is as follows. First, using the low-cost CMOS image sensor to measure radiation particles generated similar characteristics to that from measurement with expensive GM Tube. Second, using the low-cost CMOS image sensor to measure radiation presented largely similar characteristics to the linear characteristics of expensive GM Tube.

## 요 약

본 논문에서는 CMOS 이미지 센서를 사용한 방사선 측정 알고리즘 및 장치의 구성을 제안한다. CMOS 이미지 센서를 사용한 방사선 측정 알고리즘은 CMOS 이미지 센서에 입사된 방사선 입자 판별 알고리즘과 CMOS 이미지 센서로 매초 수 십장의 이미지에 입사된 방사선 입자에 대한 픽셀 수의 누적 및 평균을 기준으로 하는 방사선 수치 측정 알고리즘을 사용한다. CMOS 이미지 센서에 입사된 방사선 입자 판별 알고리즘은 입사된 방사선 입자의 이미지를 R, G, B로 분할하고 각각의 이미지에 대해 명암 및 백그라운드와 입자를 구별할 수 있는 임계값 설정 조정을 통하여 측정한다. 방사선 수치 측정 알고리즘은 설정된 주기에 따른 CMOS 이미지 센서로 매초 수 십장의 이미지에 입사된 방사선 입자수를 누적 저장, 평균을 통하여 방사선 수치를 측정한다. 제안된 알고리즘의 검증에 위한 하드웨어 장치는 CMOS 이미지 센서 및 이미지 시그널 프로세서부, 제어부, 전원회로부, 디스플레이부 등으로 구성된다. 제안된 CMOS 이미지 센서를 사용한 방사선 측정에 관하여 실험한 결과는 다음과 같다. 첫 번째로 저가의 CMOS 이미지 센서를 사용하여 방사선 입자 판별 측정 실험을 통해 고가의 GM Tube의 측정 구간별 특성과 대체로 유사한 특성을 나타낼 수 있음을 확인할 수 있었다. 두 번째로 저가의 CMOS 이미지 센서로 방사선 수치 측정 실험을 통해 고가의 GM Tube가 나타내는 선형 특성과 대체로 유사한 특성을 나타냄을 확인할 수 있었다.

*Keywords : Radiation, Gamma-ray, CPM, X-ray, CMOS Image Sensor, Dose rate*

\* Department of Electronic Engineering, Hanbat National University, [jimlee314@gmail.com](mailto:jimlee314@gmail.com), 070-7091-5828

† Department of Electronics&Control Engineering, Hanbat National University, [shlee@cad.hanbat.ac.kr](mailto:shlee@cad.hanbat.ac.kr), 042-821-1137

★ Corresponding author

※ Acknowledgment

This research was supported by the research fund of Hanbat National University in 2013.

Manuscript received : May. 11, 2015; revised May. 28, 2015 ; accepted May. 29, 2015

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.

## I. 서론

방사선(능) 측정은 환경방사능, 방사성 폐기물, 원자력 발전소, 각종 방사능 오염관리, 핵종 분석 및 수출입 농수산물, 공산품, 각종 산업용품, 의료분야에서 방사성 물질을 이용해 질병의 진단이나 치료를 위한 용도 등으로 폭넓은 분야에 사용되고 있으며, 그 사용이 급격히 증가하는 추세에 있다. 따라서 방사성 물질의 인체에 대한 위해효과의 최소화와 자연환경 오염관리를 철저히 해야 한다. 이러한 각 분야에서의 효율적이고 효과적이며 정밀한 방사선 측정을 위해 가장 중요한 요소 중의 하나가 방사선 측정을 위한 방사선 검출기(방사선 측정 센서)기술이라 할 수 있다. 방사선 측정 센서는 크게 기체 검출기, 섬광검출기, 반도체 검출기, 그리고 사진 필름, 열형광 선량계, 형광유리 선량계 등으로 나뉠 수 있다.[1] 그러나 방사선 측정을 위한 센서 대부분은 해외에서 수입에 의존하고 있으며, 해당 센서 들을 이용한 제어회로 장치 및 시스템의 설계 일부 및 제품화에만 국내 기술이 적용되는 정도이다. 또한 수입되는 대부분의 센서들은 고가로 수입이 되고 있으며, 이로 인해 경제적인 손실이 무척 크다 할 수 있다. 본 논문에서는 CMOS 이미지 센서 기술을 이용하여 CMOS 이미지 센서에 입사된 방사선 입자 판별 알고리즘 및 CMOS 이미지 센서로 매초 수 십장의 이미지에 입사된 방사선 입자에 대한 픽셀 수의 누적 및 평균을 기준으로 하는 방사선 수치 측정 방법 및 장치의 구성을 제안한다.

## II. 방사선 측정 기술에 관련된 연구

본 장에서는 방사선 측정 기술과 관련된 선행기술에 대하여 논한다.

스마트폰에 내장된 CMOS 센서를 사용해 감마선을 탐지하고 분류하는 연구가 발표되었다.[2] 이 방법은 각종 스마트폰에 내장된 CMOS 센서를 통해 다양한 종류의 핵종에 대한 감마선 반응도 및 핵종에 대한 특성을 분류하였으며, 일반 CMOS 센서를 사용해 감마선을 측정하는 특성을 분석하는데 유용한 방법을 제공하고 있으나 저가의 CMOS 이미지 센서를 적용한 방사선량을 측정하는 장비를 구성하기위한 환경을 구성하는데 어려움이 있다. 엑스레이를 이용해 방사선 영상을 얻기 위해 CMOS 능동픽셀 센서를 사용하는 방법이 발표되었다.[3] 이 방법은 큰 영상을 필요로 하는

엑스레이 진단 분야 등에 사용을 목적으로 비교적 큰 웨이퍼 기술을 통해 CMOS 능동픽셀센서를 사용하여 영상을 획득하게 되는데 이 경우, 장치를 구성함에 있어 회로 및 장치의 구성이 복잡하며, 측정 알고리즘을 추가로 구성해야 하는 어려움이 있다. 열증기 증착에 의한 CsI 섬광체를 픽셀모양으로 증착하고, 제작된 픽셀모양의 섬광체와 CMOS 이미지 센서의 픽셀이 일대일 대응이 이루어지도록 하여 영상획득의 성능을 개선할 수 있도록 하는 방법이 발표되었다.[4] 이 방법은 섬광체를 패터닝하여 이미지 센서에 마스킹하고 증착하는 등의 기술을 적용하여 이미지센서를 통한 X-선 영상센서로 동작을 시키는 방법으로 제한된 CMOS 이미지 센서에 마스킹 된 픽셀단위의 방사선 측정 및 측정된 정보를 통해 영상으로의 변환 등에 용이한 점이 있으나 초저가 방사선량 측정을 위해 패터닝을 위한 자외선 조사 및 섬광체의 증착 등의 제작과정을 거쳐야 하는 어려움이 있다. 섬광체와 CMOS 이미지 센서를 결합한 방사선 영상을 추출하는 방법이 발표되었다.[5] CMOS 이미지 센서에 X-선에 의해 가시광선이 발생할 수 있는 적정 섬광체를 CMOS 이미지 센서에 결합하는 방법으로 성능 및 구현 결과가 상대적으로 편리하며 우수한 특성을 가지는 유용한 점이 있으나, 영상 획득을 목적으로 하는 장치의 구성으로 장치구성에 소요되는 비용이 고가인 단점이 있다. 앞서 언급한 바와 같이 지금까지 발표된 연구들은 주로 의료용 방사선 영상을 취득하기 위해 CMOS 이미지 센서를 사용하는 것이 대부분의 방법으로 CMOS 이미지 센서를 방사선 측정을 위한 기본 센서로 사용하기 위한 용도로의 연구결과가 미흡한 상황이다. 따라서 본 논문에서는 저가의 CMOS 이미지 센서를 사용하여, 방사선 측정 장치에 적용될 수 있는 알고리즘을 제안한다.

## III. 제안하는 방법

### 1. 전체 하드웨어 구성 블록도

본 논문에서 제안하는 CMOS 이미지 센서를 사용한 방사선 측정을 위한 하드웨어는 휴대 장치로서의 테스트 환경을 위해 CMOS 이미지 센서 및 이미지 시그널 프로세서부, 제어부, 전원회로부, 디스플레이부 등으로 구성되어 있다.

CMOS 이미지 센서 및 이미지 시그널 프로세서부는 1/4 인치 30만화소 CMOS 이미지 센서를 사용하였다.

제어부는 ARM Cortex-A8인 삼성의 Exynos 4210 코어 S5PC210 프로세서로 구성된 코어모듈 및 제어 회로를 구성하여 설계하였다. 내장된 DDR 메모리와

T-Flash 타입의 메모리를 적용하여, 부트 로더, Kernel 및 OS를 포함하며, 필요시 이미지 형태로 부트로더에서 OS까지를 복사를 통해 펌웨어 및 OS의 설정 및 장치 드라이버 등을 업데이트하거나 변경할 수 있도록 구성하였다. TFT LCD, Touch Screen 제어 및 Audio Codec, Wlan, Bluetooth, 외장형 T-Flash 메모리, 상태 LED 등을 연동하여 제어할 수 있도록 구성하였다.

전원회로부는 Maxim-IC사의 PMIC(Power Management IC) 부품인 MAX8997을 사용하여 시스템 전체의 전원관리를 담당하도록 구성하였다. 임베디드 시스템 운영의 특성에 따른 구성된 장치의 각 기능을 제어하여 전체 소비전력을 조절하여 전력소비를 최소화할 수 있는 제어기능을 포함하고 있다. Sleep 모드, Idle 모드, Active 모드로 운영되는 시스템의 주변장치의 선택적 On/Off 제어를 통해 소비전력관리가 가능하도록 구성하였다.

디스플레이부는 800 x 480 해상도의 5인치 TFT LCD를 사용하였으며, 안드로이드 플랫폼을 기반으로 한 GUI를 설계하여 측정된 방사선의 값을 CPS, CPM, Sv/h 등의 단위로 표시될 수 있도록 했다. 통합 프로세서 Cortex-A8 S5PC210에 내장된 전용 LCD 제어 프로토콜을 사용하고 LCD 제조사에서 제공한 드라이버를 리눅스 운영체제에 적용하여 인식되도록 구성하였다. 초단위의 실시간 방사선 정보를 측정하도록 했다.[6],[7]

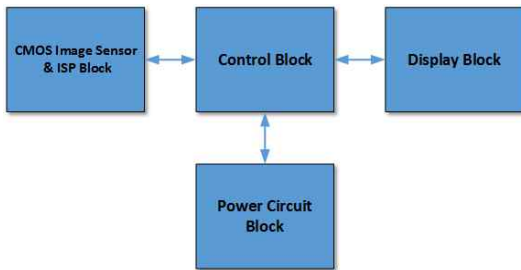


Fig. 1. The Block Diagram of Overall Hardware  
 그림 1. 전체 하드웨어 구성 블록도

2. 펌웨어

휴대용 임베디드 시스템으로 시스템 설계과정에 따라 하드웨어가 설계된 이후에 리눅스 기반의 운영체제를 탑재하고 안드로이드 플랫폼을 탑재하여 구성하였으며, 5인치 TFT LCD를 통해 펄스 측정치인 수치입력이 가능하도록 안드로이드 앱을 설계하였다. 또한 CMOS 이미지 센서의 방사선 측정 테스트를 위해 PC 윈도우 기반의 응용 프로그램을 제작하여 Gray 및 R,

G, B에 대한 컬러별 방사선 측정치를 그래프 및 수치로 측정할 수 있도록 보완 설계하여 휴대용 임베디드 시스템과 연동하여 테스트 할 수 있도록 구성하였다.

3. CMOS 이미지 센서를 사용한 방사선 입자 판별 알고리즘

CMOS 이미지 센서 기술을 이용하여 CMOS 이미지 센서에 입사된 방사선 입자 판별 알고리즘은 다음과 같다. 그림 2(a)의 매초 50msec 마다 한 장의 이미지를 생성하여 총 20장의 이미지를 CMOS 이미지 센서를 통해 이미지 획득하며, 획득된 각각의 이미지를 통해 Red, Green, Blue로 구성된 색상 이미지를 분리하여 Red, Green, Blue 이미지를 생성한다, 그림 2(b)의 Red, Green, Blue 영역 및 3개의 색상 이미지를 평균하여 Gray 이미지를 생성한다. 가시광선의 입사를 막은 상태이므로 각 이미지는 검정색 바탕에 입사된 방사선 입자만 밝은 흰색 계열의 컬러를 나타낼 수 있는 구조가 되게 된다. 그림 2(c)의 생성된 Red, Green, Blue, Gray 4개의 이미지에 설정값을 지정하여 각각의 밝기 조정 및 임계값 설정을 조정한다. 밝기의 조정은 전체 백그라운드의 명암을 조정하여 입사된 방사선 입자의 전체 배경 컬러 및 밝기에 대해 최대한 들어 날 수 있도록 설정해야 한다. 또한 CMOS 이미지 센서가 가지는 화이트 노이즈 성분으로 적정한 임계값을 설정하여 입사된 방사선 입자의 유무를 판정하도록 해야 한다. 그림 2(d)의 설정 임계값과의 비교를 통해 비교 대상이 되는 픽셀의 색을 흰색과 검정색으로 지정한다. 그림 2(e)의 픽셀마다 흰색으로 지정된 색을 계수하여 저장한다.[8]

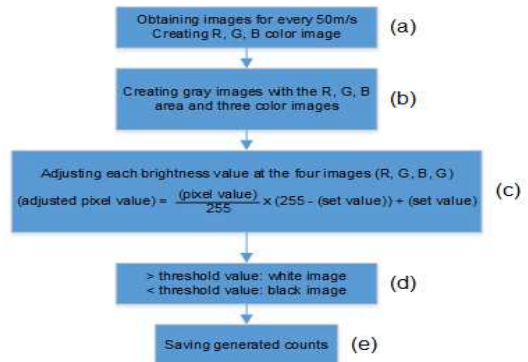


Fig 2. Flowchart of radiation particle distinguishing algorithm

그림 2. 방사선 입자 판별 알고리즘의 전체 흐름도

**4. CMOS 이미지 센서를 사용한 방사선 수치 측정 알고리즘**

CMOS 이미지 센서로 매초 수 십장의 이미지에 입사된 방사선 입자에 대한 픽셀 수의 누적 및 평균을 기준으로 하는 방사선 수치 측정 알고리즘은 다음과 같다. 그림 3(a)의 각 이미지에서 임계값 설정에 의해 흰색 픽셀로 설정된 이미지의 픽셀 수를 계수한다. 50msec마다 한 개의 이미지가 생성되며, 기준시간인 1sec 기준으로 측정된 방사선 입자수를 계수하도록 한다. 1sec 동안 20개의 이미지가 생성되어 각 이미지에서 측정된 방사선 입자수를 확인하며, 단위 시간에 측정될 수 있는 방사선 입자의 개수 값이 작을 경우, 주기를 최대 20sec까지 늘려 누적시간을 지정할 수 있도록 설계 하였다. 그림 3(b)의 주기마다 계수된 방사선 입자 수의 그래프를 출력한다. 그래프의 세로축은 최소 50msec에서 최대 20sec의 시간동안 측정된 방사선 입자의 개수 값을 나타내며, 그래프의 가로 축은 총 20개의 바 그래프를 나타낼 수 있도록 설계하였다. 해당 바 그래프주기별 수치를 누적하여 누적된 수치를 CPS로 환산하기위하여 평균을 내어 계산하도록 한다. 그림 3(c)의 단위 시간을 기준으로 계수된 값에 대한 방사선량 값으로의 설정 포인트별 1차함수의 선형성을 고려하여 1초당 측정된 방사선수에 대한 방사선량 값을 제시하도록 한다. 또한 단위시간에 입사된 방사선 입자의 수가 극히 작은 경우, 최대 20초 주기로 20회의 입사된 방사선 입자 특성 그래프를 FIFO 구조로 설계하고, 총 누적된 방사선 입자에 대한 평균값을 주기가 된 시간을 통해 나누어 산출하도록 한다. 순간 변화치를 확인하기 위해서는 50ms 주기로 20개의 데이터를 누적 및 평균하여 1초 동안 CMOS 이미지 센서에 입사된 방사선 입자 개수를 출력하며, 1sec 방사선 측정 펄스수의 흔들림을 누적 및 평균의 시간을 확대하여 최대 20초 20개의 바 그래프 데이터 형상으로 누적 평균할 수 있도록 구성하였다. 따라서 사용자 인터페이스 환경에서 측정값의 흔들림을 감소시키며 직관적으로 방사선 수치를 인지할 수 있도록 한다.[9],[10]

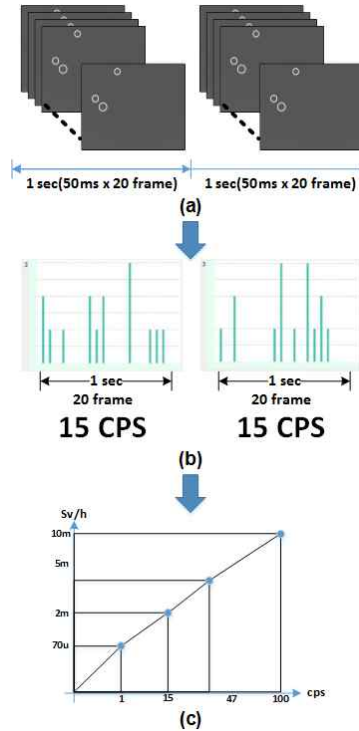


Fig 3. Flowchart of radiation measuring algorithm  
그림 3. 방사선 수치 측정 알고리즘의 전체 흐름도

**IV. 실험 결과 및 고찰**

**1. 실험 환경**

본 실험을 진행한 환경은 그림 4와 같이 저준위에서 최대 13mSv/h 레인지에서의 방사선 조사 및 테스트가 가능한 공인 시험기관의 장비를 사용하여 실험을 진행하였다. CMOS 이미지 센서는 단위 시간을 기준으로 방사선 입자 수에 대한 방사선량 그래프가 존재하지 않으므로 방사선량 측정 구간을 사전에 지정하여 지정 범위에서 여러 포인트를 측정하여 CMOS 이미지 센서에 따른 특성 그래프를 산출해야 한다. 통상 휴대용 방사선 측정기가 측정할 수 있는 범위로 제시하고 있는 0.1uSv/h ~ 10mSv/h 구간에서의 cps 값을 통해 방사선량 룰에 따른 CMOS 이미지 센서의 방사선 입자수를 역으로 분석하여 기준 테이블을 작성할 수 있도록 하였다. 실제 조사 테스트는 방사선량률에 따른 방사선 입자수의 그래프를 작성하고 이후 측정 레인지로 6포인트를 지정하고 방사

선량을 실측하는 방식으로 실험을 진행하였다. 그림 5는 본 논문에서 제안하는 CMOS 이미지 센서를 사용한 방사선 측정용 하드웨어 및 GUI이다. 후면부에 위치한 CMOS 이미지 센서 모듈의 렌즈부를 빛이 들어가지 않도록 밀봉하고 측면 및 후면 등도 빛이 들어가지 못하도록 함께 밀봉 처리하여 실험에 적용하였다.[11]

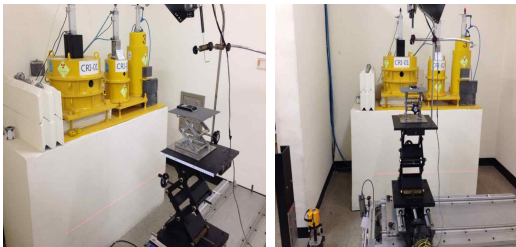


Fig 4. Accredited testing laboratory equipment capable of Irradiation and test

그림 4. 방사선 조사 및 테스트가 가능한 공인 시험기관의 장비

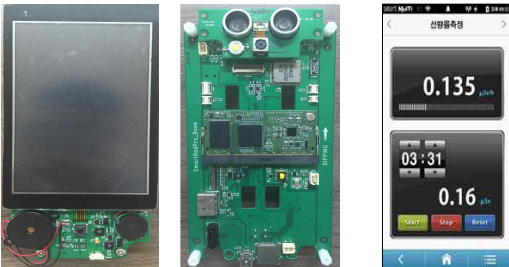


Fig 5. Hardware and GUI of radiation measuring device using CMOS image sensor suggested by the paper

그림 5. 본 논문에서 제안하는 CMOS 이미지 센서 방사선 측정장치의 하드웨어 및 GUI

2. 실험 결과 및 고찰

(1) CMOS 이미지 센서를 사용한 방사선 입자 판별 알고리즘

그림 6에서와 같이 시간에 동기된 이미지에 방사선 입자가 측정되면, 즉시 이미지로 저장하도록 설계하여 각 방사선 입자가 순차적으로 측정되어 4개의 이미지가 생성된다. 해당 연속 이미지에서 판별된 입자

수를 카운트하여 그림 7과 같이 그래프에 표기하도록 하였다. 그림 6은 CMOS 이미지 센서에 검출된 입자 이미지들이다. 그림 7은 검출된 입자 이미지에서 판별된 방사선 입자수를 표시한 그래프이다.

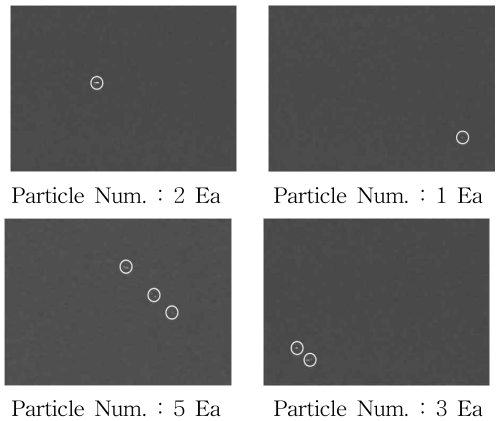


Fig 6. Particle image identified and Radiation particle numbers

그림 6. 검출된 입자 이미지와 방사선 입자 수

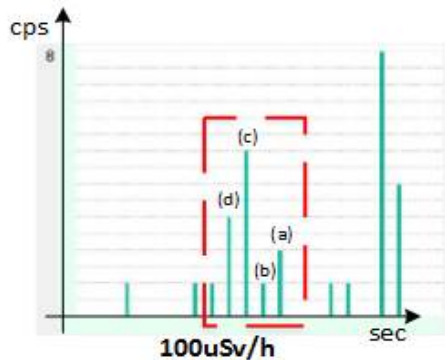


Fig 7. Graph showing the number of radiation particles distinguished by the identified particle image

그림 7. 검출된 입자 이미지에서 판별된 방사선 입자수를 표시한 그래프

그림 8은 CMOS 이미지 센서에 입사된 방사선 입자의 그래프를 밝기 조절 및 임계값 설정의 조절 조건을 통해 검출된 입자 이미지에서 판별된 방사선 입자수를

그래프로 나타내었다. 설정한 밝기 70, 임계값 100 조건에서, 본 논문에서 비교 대상으로 선택한 LND사의 GM Tube LND716의 25uSv/h ~ 10mSv/h 구간에서 대체로 근접한 결과를 얻을 수 있었다. 밝기 및 임계값을 낮춘 경우, 입사된 방사선 입자를 판별하지 못하거나 판별한 수가 현저히 떨어짐을 확인할 수 있었다. 또한 밝기 및 임계값을 높인 경우, 화이트 노이즈를 입사 방사선 입자로 판별하여 방사선원이 없는 백그라운드 상태에서도 마치 입사 방사선 입자가 많이 측정되는 것으로 판별하는 특성을 확인할 수 있었다. 실험의 결과로 측정구간마다 밝기 및 임계값을 설정조건으로 두어 조절하면 일반적인 GM Tube가 가지는 선형성을 나타내는 구간에서 대체로 유사한 특성을 나타낼 수 있음을 확인할 수 있었다.

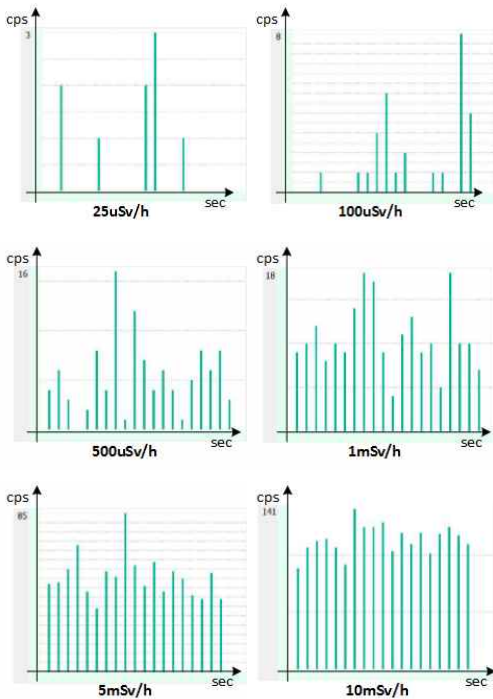


Fig 8. Graph showing the number of radiation particles distinguished by the particle image identified per radiation measurement section  
 그림 8. 방사선 측정 구간별로 검출된 입자 이미지에서 판별된 방사선 입자수를 표시한 그래프

표 1은 제안된 알고리즘과 LND사의 고선량 방사선 측정에 사용되는 LND716과의 각 구간별 조사 방사선

량에 따른 방사선 입자수를 비교한 것이다. 표 1에 나타난 바와 같이, 제안된 알고리즘이 LND사의 LND716과 방사선 측정의 각 구간에서 대체로 유사한 비율의 증가율을 보이는 것을 확인할 수가 있었다.

Table 1. Comparison of distinguished radiation particle numbers between the suggested algorithm and LND's GM Tube

표 1. 제안된 알고리즘과 LND사의 GM Tube와의 판별된 방사선 입자수에 대한 비교표

Ref. Dose rate	Suggested algorithm	LND716
10uSv/h	0.1	0.28
25uSv/h	0.5	0.65
100uSv/h	2	2.6
500uSv/h	6	13
1mSv/h	11	25
5mSv/h	48	140
10mSv/h	105	250

표 2는 제안된 알고리즘과 LND사의 LND716과의 가격 비교를 나타내고 있다. 표 2에 나타난바와 같이 제안된 알고리즘은 LND사의 LND716에 비하여 저렴한 가격에 하드웨어를 구성할 수 있었다.

Table 2. Price comparison between the suggested algorithm and LND's GM Tube

표 2. 제안된 알고리즘과 LND사의 GM Tube와의 가격 비교표

Price	Suggested algorithm	LND716
Sensor Price	2,000Won	50,000Won
Sensor and H/W Price	40,000Won	150,000Won

따라서 저가의 CMOS 이미지 센서를 사용하여 방사선 입자 판별 측정 실험을 통해 고가의 LND사 LND716의 측정 구간별 특성과 대체로 유사한 특성을 나타낼 수 있음을 확인할 수 있었다.

(2) CMOS 이미지 센서를 사용한 방사선 수치 측정 알고리즘

그림 9는 제안된 알고리즘과 LND사의 고선량 측정

을 위한 LND716을 방사선 측정범위 전 구간에서 6개의 측정 포인트를 지정하여 각 구간별 방사선량에 대한 방사선 입자를 측정한 그래프이다. 그림 9에 나타난 바와같이 LND사의 LND716과 대체로 유사한 특성 및 선형성을 나타냄을 확인할 수 있었다. 한편, 저가의 CMOS 이미지 센서를 사용하여 본 논문에서 제안한 알고리즘은 LND사의 LND716을 통해 측정된 방사선량에 비해 측정된 입자수가 상대적으로 적은 단점이 있으나, 캘리브레이션 및 밝기 조절, 임계값 설정에 의한 보완, 그리고 누적 평균의 구간을 조절하여 측정 방사선 수치의 선형성 및 불확도를 개선할 수 있을 것으로 판단되었다. 따라서 저가의 CMOS 이미지 센서로 방사선 수치 측정 실험을 통해 고가의 LND사의 LND716이 나타내는 선형 특성과 대체로 유사한 특성을 나타냄을 확인할 수 있었다.

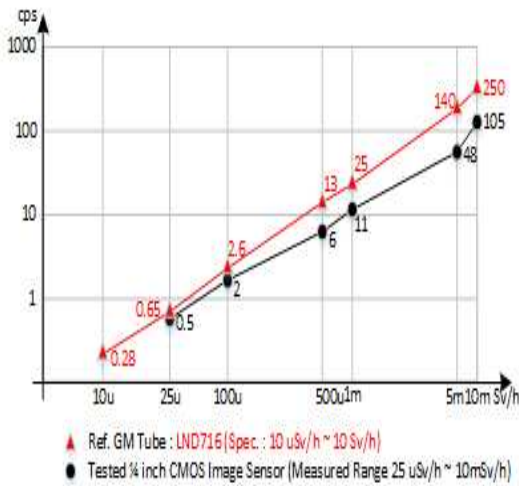


Fig 9. Graph comparing radiation of the suggested algorithm and LND716 for each measured section

그림 9. 방사선 측정 구간별로 제안된 알고리즘과 LND사의 LND716의 방사선 수치 비교 그래프

### V. 결론

본 논문에서는 CMOS 이미지 센서 기술을 이용하여 CMOS 이미지 센서에 입사된 방사선 입자 판별 알고리즘과 CMOS 이미지 센서로 매초 수십장의 이미지에 입사된 방사선 입자에 대한 픽셀 수의 누적 및 평균을 기준으로 하는 방사선 수치 측정 알고리즘 및 장치의

구성을 제안하였다.

본 논문에서 제안한 CMOS 이미지 센서에 입사된 방사선 입자 판별 알고리즘을 통해 Gray, Red, Green, Blue 각 이미지에 대한 밝기 조절 및 임계값 설정에 의해 CMOS 이미지 센서에 입사된 방사선 입자의 판별을 통해 방사선 입자의 판별이 용이해졌다. 또한 각 이미지에 입사된 방사선 입자 수의 누적 및 평균을 기준으로 하는 방사선 수치 측정 알고리즘을 통해 측정값을 단위시간당 방사선 수에 대한 방사선량률로 표시될 수 있었다. 따라서 저가의 CMOS 이미지 센서를 사용하여 방사선 입자 판별 측정 실험을 통해 고가의 GM Tube의 측정 구간별 특성과 대체로 유사한 특성을 나타낼 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한 저가의 CMOS 이미지 센서로 방사선 수치 측정 실험을 통해 고가의 GM Tube가 나타내는 선형 특성과 대체로 유사한 특성을 나타냄을 확인할 수 있었다.

향후에 저선량 측정 개선을 위해 CMOS 이미지 센서에 섬광체를 추가로 결합하여 방사선 입자에 의해 발생된 섬광을 통해 입사된 방사선 입자의 가시광 특성을 개선하여 CMOS 이미지 센서에 반응된 픽셀의 방사선 입자 판별을 개선할 수 있는 방법 및 CMOS 이미지 센서의 초기 동작 시 백그라운드 이미지를 사전 보정하는 방법들에 대한 연구가 필요하다.

### References

- [1] Nuclear Training Center, "Radiation Measurement and handling", Korea Atomic Energy Research Institute, Nuclear Training Center, 2004
- [2] Joshua J. Cogliati, Kurt W. Derr, Jayson Wharton, "Using CMOS Sensors in a Cellphone for Gamma Detection and Classification", Instrumentation and Detectors(physics.ins-det), arXiv:1401.0766, January 7, 2014
- [3] Kim, Kwang Hyun, "CMOS Active Pixel Image Sensor for Medical Application and Its Radiation Effects", Department of Nuclear and Quantum Engineering, pp.68-71, Feb. 2004
- [4] Kim, Byoung-Jik, " A Study on Pixel Structured Scintillator for High Spatial Resolution in Digital Radiography", Department of Nuclear and Quantum Engineering, pp. 69-71, Feb. 2007.
- [5] Servoli L, Biagetti D, Meroli S, Placidi P, Passeri D, Tucceri P, "Use of a standard CMOS imager as position detector for charged particles", Nuclear Physics B - Proceedings Supplements Vol.

215 No. 1 228p ~ 231p June 2011

[6] Byoung Chul Song, Young Bok Kim, Sun Ho Han, Se Jin Oh, Myung Ho Lee and Kyuseok Song, "Investigation on the techniques of quality control for radiation counting systems", Analytical Science & Technology, Vol.24, No.6, p414-420, 2011

[7] 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

[8] Jin-Woo Choi, Won-Jin Yi, "Physical principles of digital radiographic imaging system", Korean J Oral Maxillofac Radiol pp.155-158, 2010

[9] Joo-Hyun Lee, Seung-Ho Lee, "A Study On Low Radiation Measurement of Radiation Measuring Devices and Improvement of Reaction Speed according to the Rapid Change of Radiation Dose", j.inst.Korean.electr.electron.eng., Vol. 18, No.4, Dec., 2014

[10] 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

[11] 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

#### Seung-Ho Lee (Member)



1986 : BS degree in Electronic Engineering, Hanyang University  
1989 : MS degree in Electronic Engineering, Hanyang University  
1994 : Ph. D degree in Electronic Engineering, Hanyang University  
1994 ~ current : Professor,

Department of Electronics & Control Engineering, Hanbat National University

### 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