

# 몬테카를로 시뮬레이션을 통한 광학적 피부 분석 Human Skin Optical Analysis by Monte Carlo simulation

박종하, 전영진, 김휘\*  
고려대학교 세종캠퍼스 전자 및 정보공학과  
\*[hwikim@korea.ac.kr](mailto:hwikim@korea.ac.kr)

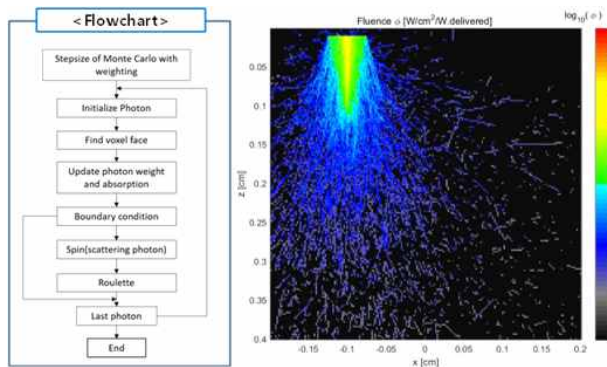
**Abstract**— 최근 스마트 헬스 케어 분야에 대한 관심이 크게 증가하였고, 관련 분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 몬테카를로 방법론과 회절광학 이론을 기반으로 인간의 피부를 광학적으로 분석하는 기술을 소개한다.

## I. 서론 및 배경

건강에 대한 관심의 증가와 더불어 IT와 보건 의료의 융합 기술인 스마트 헬스 케어 분야는 최근 가장 주목받는 분야 중 하나이다. 그 중 인간의 피부를 광학적인 방법을 통하여 분석하는 기술을 소개한다. 몬테카를로 기법과 확산 파동 광학을 이용한 이 시뮬레이션은 **Detector**로 들어오는 광자의 이동을 예측하여 피부의 데이터를 분석할 수 있다.

## II. 연구 내용 및 결과

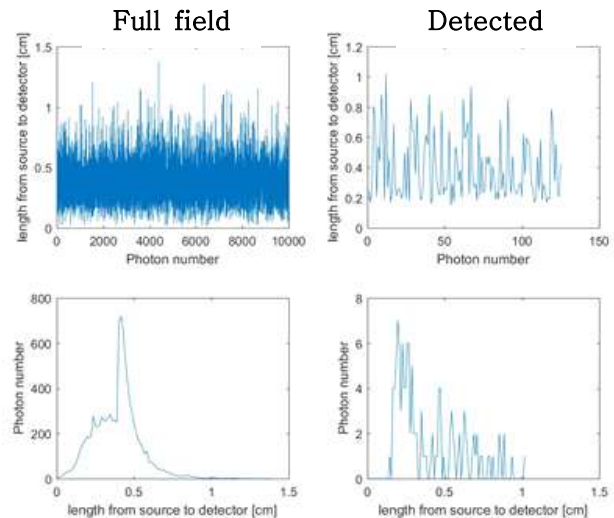
몬테카를로 시뮬레이션의 알고리즘은 아래 [그림1](a)와 같다.<sup>[1]</sup>



[그림1] (a) 몬테카를로 시뮬레이션 알고리즘  
(b) 시뮬레이션 결과 이미지

피부의 광학적 요소는 크게  $\mu_a$ (Absorption coefficient),  $\mu_s$ (Scattering coefficient),  $g$ (Anisotropy factor),  $n$ (Refractive index)로 이루어져 있다. 이 4가지 요소들을 몬테카를로 기법에 적용하여 광자 패킷의 단위 이동거리, 이동 방향, 에너지 등을 예측한다. [그림1](b)는 세포 수  $200 \times 200 \times 200$ , 세포크기  $20\mu m$ , 광자패킷 개수 10만개, 파장  $1000nm$  조건에서 각각의 세포가 광자 패킷에서 흡수한 에너지를 기록하여 이미지로 나타낸 것이다. 실제 광자는 피부 내부를 확

률적으로 이동하게 되는데 이것을 몬테카를로 기법을 이용한 이 시뮬레이션을 통해 정밀하게 예측할 수 있다.



[그림2] 시뮬레이션 결과 그래프

[그림2]는 [그림1](b)의 각 광자의 피부를 지나는 Pathlength 데이터이다. 광자의 Pathlength와 Weight 등을 광자 전체 또는 검출기에 들어온 광자만 따로 데이터로 얻어낼 수 있다. 파동 광학적 기법을 이용하여 검출된 위상필드의 탈봇 패턴을 분석한다.<sup>[2]</sup> 이러한 과정으로 측정된 데이터의 정밀한 분석을 통해 피부 내부의 상태를 예측할 수 있는 시뮬레이션 및 알고리즘을 소개한다.

## 사사

This work was supported by Samsung Electronics.

## 참고문헌

- [1] S. A. Prahl, M. Keijzer, S. L. Jacques, A. J. Welch, "A Monte Carlo Model of Light Propagation in Tissue", SPIE Proc. of Dosimetry of Laser Radiation in Medicine and Biology, IS5, 102-111 (1989).
- [2] Ye, Erika, et al. "Miniature, sub-nanometer resolution Talbot spectrometer." Opt. Lett. 41, 2434-2437 (2016).