

위험도 평가 기반의 데이터와 머신러닝을 이용한 의료용선형가속기의 가동시간 예측에 관한 연구

고려대학교 의용과학협동과정 의학물리학과*, 인제대학교 일산백병원 신경외과학교실[†],
고려대학교 의용과학대학원 의학물리학과[‡], 고려대학교의료원 구로병원 방사선종양학과[§],
연세대학교 의과대학 방사선종양학교실^{||}, 경기대학교 수학과[¶],
고려대학교 의과대학 방사선종양학교실[‡]

유현서*[‡], 김광현[†], 허은정*[‡], 심장보[§], 장경환^{||}, 박천건[¶], 김민석[¶], 김철용[‡], 이석[‡]

목적: 의료용선형가속기의 고장으로 인한 가동시간의 저하는 장비운영 뿐만 아니라 환자의 생존율에 영향이 있다는 보고가 있다. 본 연구는 위험도 평가 (Failure Mode Effects Analysis, FMEA) 기반의 데이터와 머신러닝을 이용하여 의료용선형가속기의 고장원인별 가동시간을 예측하고자 한다.

대상 및 방법: 의료용선형가속기(Linear Accelerator, IX, Varian)에 대한 위험도 평가 기반의 데이터(치료일자, 환자수, 선형가속기의 사용량, Monitor Unit, 고장발생부품, 누적고장건수, 다운타임, RPN)를 작성하였다. 고장원인은 TG-142 보고서를 참고하여 5 가지 파트 (Mechanical, Dosimetry, Imaging, Safety, Network)로 분류하였다. 위험도 평가를 위해 TG-100 보고서를 참고하여 FMEA 분석 후 고장원인에 대한 RPN(Risk Priority Number) 값을 도출하였으며, 빈도(Occurrence)는 장비 고장률, 심각도(Severity)는 가동시간, 감지(Detectability)는 수리시간을 기준으로 평균값을 산출하여 총 10 단계로 점수화 하였다. 그리고, 사용시간에 따른 치료 환자수와 선량에 대한 가동시간과 고장원인별 건수를 예측하기 위해 가우시안 커널을 사용한 신경망을 이용하였다.

결과: FMEA 를 기반으로 한 파트(Mechanical(M), Dosimetry(D), Imaging(I), Safety(S), Network(N))별 RPN 점수는 M(54), D(119), I(45), S(18), N(151) 이었다. 빈도(Occurrence) 점수는 M(3.8), D(2.1), I(4.8), S(3), N(2.8), 심각도(Severity) 점수는 M(3.8), D(7.6), I(3), S(2.1), N(7.3), 감지(Detectability) 점수는 M(3.9), D(7.2), I(3.1), S(2.9), N(7.3) 이었다. 그리고 머신러닝을 이용하여 사용시간 기준으로 치료 환자수와 선량에 따른 가동시간과 고장원인 별 건수가 선형적으로 증가함을 알 수 있었다.

결론: 의료용선형가속기의 위험도 평가 기반의 데이터와 가우시안 커널을 사용하여 사용시간을 기준으로 치료 환자수와 선량에 따른 가동시간과 고장원인별 건수를 예측할 수 있었다. 이를 통해 위험도 평가 기반의 의료용선형가속기의 가동시간 예측 연구에 대한 가능성을 확인할 수 있었다.

주요어: 의료용선형가속기(Linear Accelerator), TG-100, FMEA(Failure Mode Effects Analysis), 신경망(Neural network), 예측(Prediction)