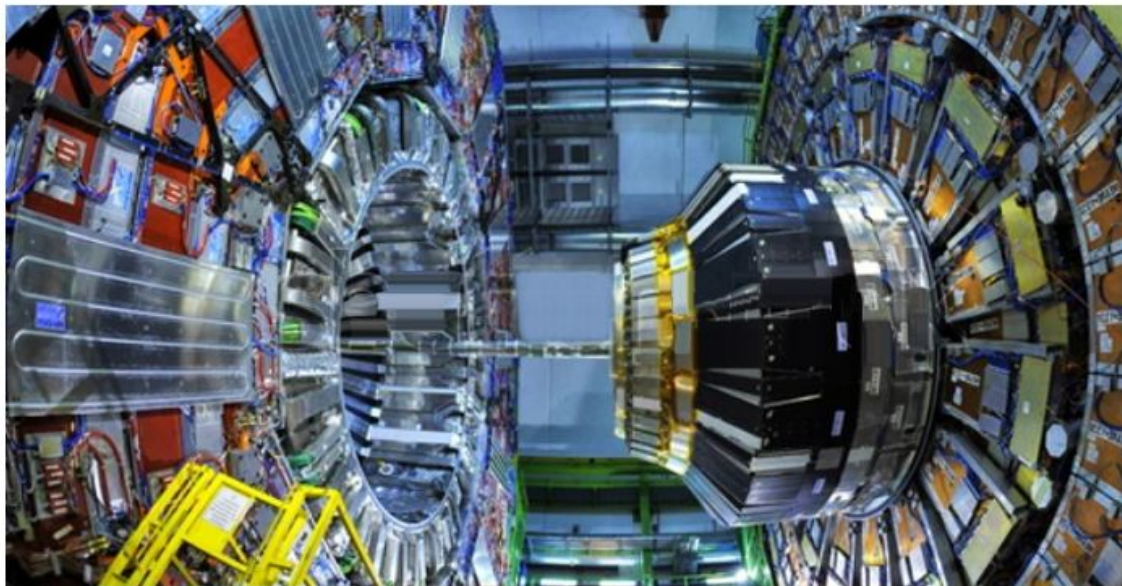


입자 가속기 및 검출기 머신러닝 적용 사례

물리학과 제태성(G202245008)

사례 1. 입자가속기가 생성하는 빅데이터...

DOE, 핵물리학 연구에서 인공지능 6개 프로젝트에 570만 달러 발표
입자물리학과 인공지능 연계하면 인간 없이도 놀라운 발견 가능해
10억 번 이상 충돌 시 발생하는 빅데이터를 딥러닝 기법으로 분석



(출처=셔터스톡)

출처 : AI타임스
(<https://www.aitimes.com>)

1. 머신러닝 도입 배경

한 번의 강입자 충돌기(LHC) 실험에서 발생하는 막대한 데이터 처리다. 연구자들에 따르면, 1년 동안 충돌시키면 100만 페타바이트에 가까운 원시 데이터가 생성된다.

이 양은 약 10억 개의 적당한 크기의 하드 드라이브를 채울 수 있으며, 매 초마다 약 백만 기가바이트의 데이터를 생산하는 것으로 축소·압축 후에도 페이스북이 1년 동안 수집한 데이터양과 비슷한 것으로 알려져 있다.

입자물리학자들은 이 모든 데이터 처리를 위해 일찍부터 머신러닝 기법을 도입했다. 한 가지 예를 들면, 이 LHC의 실험에서 생성되는 많은 양의 빅데이터를 처리하기 위해 연구자들은 ‘트리거(Trigger)’라고 부르는 알고리즘을 적용하는데 이 기법은 분석을 위해 어떤 데이터를 보관하고, 어떤 데이터를 폐기할지 실시간으로 결정하는 것이다.

2. 실례

- “인공지능이 입자 가속기에 관한 물리학자들의 연구를 어떻게 돕고 있을까?”

지난달 13일 인도 뭄바이 대학의 전자공학자이며, 분석가인 후세인 칸치왈라(Hussain Kanchwala)는 과학 전문 웹사이트 사이언스 ABC에 “인공지능이 입자 가속기에 관한 물리학자들의 연구를 어떻게 돕고 있을까?”란 제하의 칼럼을 올렸다.

위 칼럼의 내용을 요약하자면 다음과 같습니다.

LHC(대형 강입자 충돌기)에서 발생하는 엄청난 양의 데이터를 처리하는 데 어려움을 겪는 물리학자들은 인공지능(AI)의 도움을 받고 있다. 그 사례로, 몇 년 전 힉스 보손의 발견을 위한 길을 닦은 LHC 실험 중 두 가지인 ATLAS와 CMS의 실험을 들었다.

이 실험에서 머신러닝으로 데이터의 패턴을 인식하고, 그 패턴으로부터 의미 있는 결론을 이끌어내도록 알고리즘을 훈련시키는 기술 덕분에 4.9σ 의 신뢰도로 힉스 보손과 유사한 입자를 발견하는 성과를 거두었다고 칸치왈라는 주장했다.

AI 알고리즘은 입자 충돌의 잔해 시뮬레이션을 사용해 수천 개의 중요하지 않은 데이터 중에서 희귀한 힉스입자의 붕괴로부터 얻은 패턴을 정확하게 감지하는 방법을 배운 것으로 알려졌다.

3. 전망 - 충돌 시뮬레이션 해석에 AI 사용

올해 9월 20일 이스라엘 와이즈만 연구소(Weizmann Institute of Science) 웹사이트에는 이 연구소의 과학자들이 충돌하는 입자의 신비를 풀기 위해 인공지능을 사용한다는 소식이 실렸다.

과거의 예를 다시 살펴보면, 지난 2011년과 2013년 사이에 와이즈만 연구소의 연구원인 그로스(Gross)는 ATLAS 검출기를 사용해 힉스입자를 찾는 조사팀을 이끌었다. ‘신의 입자’라고 불리는 힉스입자는 수십 년 된 물리적 수수께끼이었다

“어떻게 입자가 질량을 얻을 수 있을까?” 1960년대 피터 힉스(Peter Higgs)가 예측한 이 입자는 2012년까지 이론적인 존재로 남아있었지만 결국 발견됐고, 수수께끼는 풀렸다.

이렇듯, 입자 물리학은 알려지지 않은 입자를 발견하는 것이다. 신의 입자가 마침내 발견된 후, CERN은 초대칭 이론과 같은 다른 이론 모델을 증명하는 데 초점을 맞추었고, 이러한 노력이 막다른 골목에 다다랐다.

그래서 와이즈만 연구소에 머신러닝 접근법을 이용한 새로운 연구 그룹을 설립했고, 다음과 같은 문제를 해결하기 위한 연구를 진행 중이다.

가속기가 작동하는 동안 주어진 몇 초 동안 10억 번 이상의 충돌이 발생한다는 사실과 함께 이 설정은 두 가지 문제를 제기한다.

이 엄청난 양의 데이터를 수동으로 분석할 수 없으며, 다른 한편으로 이들은 미세하고도 빠르게 진화하기 때문에 검출기는 같은 수준의 정밀도로 모든 결과물을 효과적으로 수집할 수 없다.

그러나 딥러닝 기법은 민감한 검출기가 감지하는 것처럼 충돌 시뮬레이션을 사용해 컴퓨터에서 생성된 데이터를 보다 정확하게 분석할 수 있다는 것이다.

이 머신러닝 알고리즘은 빅데이터의 보존과 폐기에서 최소 70%의 결정을 내리며, 입자 물리학의 분석에서 매우 성공적인 것으로 입증됐다.