WETENSCHAPPEN & BIO-INGENIEURSWETENSCHAPPEN

De Onderzoeksgroep

Elementary Particle Physics

nodigt U graag uit op de openbare verdediging van het proefschrift van

Emil Bols

ter behaling van de graad van Doctor in de Wetenschappen

Titel van het proefschrift:
Machine Learning for Top Quark Physics

Promotor:
Prof. dr. Jorgen D'Hondt (VUB)

De verdediging heeft plaats op

Donderdag 7 juli 2022 om 16u in aula D.2.01, Promotiezaal

Samenstelling van de jury

Prof. dr. Nick van Eijndhoven (VUB, voorzitter)
Prof. dr. Alberto Mariotti (VUB, secretaris)
Prof. dr. Steven Lowette (VUB)
Prof. dr. Pieter Libin (VUB)
Prof. dr. Wouter Verkerke (Universiteit van Amsterdam)
Dr. Maria Aldaya (DESY)

Curriculum vitae

Emil Bols studeerde in 2017 af met een Master of Science in de natuurkunde aan de Universiteit van Kopenhagen. Vervolgens begon hij als doctoraatstudent in de elementaire deeltjesfysica aan de Vrije Universiteit Brussel. Hij is lid van het CMS experiment bij de Large Hadron Collider bij CERN, waar hij verantwoordelijk was voor de ontwikkeling van technieken om jets van quarks met een zware massa te identificeresn. Hij heeft een Diep Neuraal Netwerk ontwikkeld om jets te identificeren zowel van quarks met een zware als een lichte massa en van gluonen. Hij heeft ook nieuwe technieken ontwikkeld die gebruik maken van Machine Learning-algoritmen om de waargenomen systematische onzekerheden te verminderen bij de analyse van deeltjesfysica experimenten.

Abstract van het doctoraatsonderzoek

In de afgelopen 5 jaar hebben machine learning-algoritmen, in het bijzonder het neurale netwerk, bewezen een zeer krachtig hulpmiddel te zijn voor hogeenergiefysica aan de LHC. Op het gebied van de fysica van top-quarks is machine learning uitgegroeid tot een veelbelovende applicatie zowel bij de selectie als bij de reconstructie van deeltjesbotsingen.

In dit proefschrift wordt een diep neuraal netwerk voor jet-smaak identificatie gepresenteerd. Het is in staat om b-jets, c-jets, lichte quark-jets en gluonjets te identificeren. Gebruikmakend van een nieuwe netwerkarchitectuur die op een effici¨ente manier de volledige verzameling jet-informatie kan benutten, bereikt het netwerk een technisch hoogtepunt wat betreft de prestaties in elk van de jet-classificatietaken. Dit neurale netwerk wordt verder uitgebreid om jetenergiecorrecties te schatten. Aangezien de respons van de jet-energie afhangt van de smaak van de jet, kunnen de architectuur en inputs voor jet-smaak identificatie ook benut worden voor het maken van een algemene jet-energiecorrectie, die gebruikmaakt van de smaakinformatie en daardoor voorbij de standaardmethode voor jet-energiecorrecties gaat die geen jet-smaak afhankelijkheid in rekening brengen.

Machine learning heeft niet enkel succes gevonden bij de reconstructie van deeltjesbotsingen, maar het wordt ook veel gebruikt bij de selectie van deeltjesbotsingen. In dit geval zijn de machine learning-methoden geoptimaliseerd om de statistische onzekerheid op de metingen te minimaliseren door de selectieefficientie te verhogen en de achtergrond te verminderen. In de analyse van een modern deeltjesfysica experiment vormt de systematische onzekerheid echter de dominante component van de totale onzekerheid. In dit proefschrift is er een nieuwe machine learning-methode ontwikkeld die een selectie maakt van deeltjesbotsingen zodat deze systematische onzekerheid verminderd wordt. Een toepassing hiervan wordt gedemonstreerd in de context van een top-quark massa meting.