

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

Timothy Verstraeten

ter behaling van de graad van Doctor in de Wetenschappen

Titel van het proefschrift:

**Multi-agent reinforcement learning
voor het besturen van windparken**

Promotor:

Prof. dr. Ann Nowé

Co-promotor:

Prof. dr. Jan Helsen

De verdediging heeft plaats op

Donderdag 11 maart 2021 om 17u00

De verdediging kan via een livestream gevolgd worden. Contacteer Timothy.Verstraeten@vub.be voor meer informatie

Samenstelling van de jury

Prof. dr. Elisa Gonzalez Boix (VUB, voorzitter)

Prof. dr. Bernard Manderick (VUB, secretaris)

Prof. dr. Nikolaos Deligiannis (VUB)

Prof. dr. Jens Kober (Delft University of Technology)

Prof. dr. Daniel Kudenko (Leibniz University Hannover)

Prof. dr. Amir R. Nejad (Norwegian University of Science and Technology)

Curriculum vitae

Timothy Verstraeten studeerde in 2015 af als MSc in de computerwetenschappen met een specialisatie in kunstmatige intelligentie aan de VUB. Momenteel is hij doctoraatsstudent aan het Artificial Intelligence Lab en de Acoustics & Vibration Research Group van de VUB. Tijdens zijn doctoraat concentreerde hij zich op zowel fundamenteel AI-onderzoek, zoals multi-armed bandits, reinforcement learning, multi-agent systemen en Bayesiaanse modellen, als op applicatief AI-onderzoek in de context van windparken. Hij heeft 21 papers gepubliceerd in verschillende gerespecteerde conferenties en journals, in AI, mechanica en computationele biologie.

Abstract van het doctoraatsonderzoek

Recent hebben we onze energie productie drastisch verschoven naar hernieuwbare energiebronnen, vanwege het probleem van klimaatverandering en het beperkte aanbod van fossiele brandstoffen. Hoewel windparken een belangrijke factor zijn voor de opwekking van hernieuwbare energie, moeten hun onderhoudskosten aanzienlijk worden verlaagd om ze duurzaam te maken. Grote bijdragers aan de verhoogde onderhoudskosten zijn storingen ten gevolge van onverwachte belasting van de windturbinecomponenten. Daarom moet de gezondheidstoestand van een windturbine nauwkeurig worden bepaald en in rekening gebracht worden bij de besturing van windparken om onnodige belasting van risicovolle turbines te voorkomen. Aangezien deze gezondheidstoestand wordt bepaald door een complex multidimensionaal spectrum van stressfactoren, zijn AI-gestuurde controlestrategieën noodzakelijk. De huidige besturingssystemen van windparken die AI-gestuurde optimalisatietechnieken gebruiken, zijn echter niet schaalbaar naar windparken met een groot aantal turbines. In dit proefschrift richten we ons op het ontwikkelen van optimale en schaalbare AI-gestuurde controlemethoden. We hanteren een gelaagde methodologie, waarbij we verschillende eigenschappen van windparken onafhankelijk onderzoeken en vervolgens de verworven inzichten consolideren in een controlestrategie voor windparken. Ten eerste ontwikkelen we een besturingsalgoritme voor systemen met meerdere apparaten, waarbij de apparaten vergelijkbare technische specificaties hebben. De controlemethode maakt gebruik van gelijkheids-gebaseerde data-uitwisseling om de onzekerheid op het omgevingsmodel voor een bepaalde leer-agent te verlagen, op basis van relevante gegevens van vergelijkbare apparaten. We laten zien dat het gebruik van een dergelijk mechanisme de leernauwkeurigheid vergroot door onzekerheid en negatieve overdracht van data te verminderen. Ten tweede construeren we een controlemethode voor generieke multi-agentsystemen met een beperkte afhankelijkheidsstructuur. Concreet ontleden we grote multi-agentsystemen om optimale controlebeslissingen te kunnen nemen. We demonstreren dat onze methode de leercomplexiteit aanzienlijk vermindert bij het beschouwen van structuren met beperkte afhankelijkheden, en dus de combinatorische explosie met betrekking tot een groot aantal agenten. De ontwikkelde controle methodes zijn toepasbaar in verschillende multi-agent systemen die gelijkaardige agenten of een beperkte afhankelijkheidsstructuur hebben. Ten slotte combineren we de verkregen inzichten over apparaatgelijkheid en afhankelijkheidsstructuren en breiden we onze aanpak uit tot een AI-gestuurd windparkbesturingsmethode die schaalbaar en optimaal is. We laten zien dat onze methode de vraag naar energie en de geproduceerde stroom balanceert in het windpark, en kosten die worden opgelegd aan risicovolle turbines in rekening gebracht worden.