

FT09.07_2024 AI og ML som teknologisk enabler for fremtidens hybride testbed



Indledende oplysninger

Indsatsområde	Fremtidens hybride testbed
Institut	FORCE Technology
Titel	AI og ML som teknologisk enabler for fremtidens hybride testbed
Nummerering	FT09.07_2024
Version	1.0
Periode	Januar 2024 – december 2024
Kontaktperson	Henrik Hassing (hnh@forcetechnology.com) Emil Krabbe Nielsen (ekni@forcetechnology.com)

Ændringer

Dette er første version af aktivitetsbeskrivelsen for 2023

Der er tale om en forlængelse af aktivitetsbeskrivelsen fra 2023 med Artificial Intelligence/Machine Learning (AI/ML), med større fokus på Physics-Informed Neural Networks (PINNs).

Beskrivelse

Mål

Denne aktivitetsplan understøtter indsatsens målsætninger om at kunne anvende digitale realtidsmodeller baseret på ML og AI i relation til hybride testbænke og Digitale Tvillinger. Formålet er effektivt at kunne producere og eksekvere digitale modeller med databaserede og numeriske metoder på en pålidelig måde.

Anvendelsen af digitale tvillinger til et stigende antal af applikationer i systemer/produkters livscyklus vil medføre en betragtelig forøgelse af tid og udgifter benyttet på at producere og teste modeller. Formålet med at anvende AI og ML til at kunne producere modeller har til hensigt at reducere tidsforbruget allokeret til at producere digitale modeller. Dette giver hermed mulighed for hurtigere at kunne skabe værdi med digitale tvillinger fra eksisterende viden, data og modeller. Dette vil som eksempel muliggøre hybride test til lavere priser og dermed reducere tærsklen for danske SMV'ers investeringsvillighed. Dermed fokuseres på metoder, som muliggør eksempelvis skalerbare modeller gennem parametrisering, kombinationer af modeltyper som en grey-box tilgang, der er en kombination af en datadreven tilgang og teoretiske modeller og overførsel af viden, data og modeller på tværs af et produkts faser eller på tværs af produkter, er endnu en mulighed. Her genbruges viden, data og modeller for at udnytte den indsats og den værdi, som allerede er skabt, til at give en hurtigere start. Der vil i løbet af aktiviteterne generelt blive arbejdet kontinuerligt med strukturering og formalisering af viden, data og modeller for at sikre at disse fremadrettet vil kunne udnyttes til ovenstående formål.

Til at understøtte dette er der for perioden udvalgt tre tilgange til det videre arbejde:

- AI Ekspertsystem
- Digitale modeller bygget på/med ML - PINNs
- Virtuelle sensorer

AI Ekspertsystem, som på baggrund af relevante dokumenter kan svare på spørgsmål, skal udbygges med videnbaserede plug-ins som kan danne grundlag for opbygning af modeller. Ekspertsystemet, der bygger på elementer af ChatGPT, kan bruges til at holde styr på store mængder viden og data. Området er i hastig udvikling og der tilkommer nye og forbedrede modeller og funktioner. Udviklingen skal derfor følges i 2024, med fokus på de funktioner, der kan hjælpe med at øge tilgangen til viden. Der kræves desuden fokus på sikkerhedsmæssige og etiske aspekt af, hvordan data bliver delt og brugt af modellerne.

I arbejdet med at bygge digitale modeller med brug af ML, har FORCE Technology fundet frem til en metode/tilgang som er fysisk baseret, hvilket minimerer behovet for træningsdata og øger fleksibilitet. De fysiske informerede neurale netværk (PINNs), har fordele ved at ML løsningen bliver styret af de fysiske ligninger, der beskriver det problem, man forsøger at løse og derfor kan klare sig med meget mindre dataset. Der er dog et stort arbejde forbundet med at sætte de fysiske ligninger op for problemstillingerne, da fx Navier-Stokes kræver samme opsætning i Modulus (PINNs bibliotek) som det gør i CFD software.

FORCE Technology har i 2023 arbejdet på forskellige brugsscenarier af PINNs i kombination med CFD-simuleringer. I 2024 vil vi øge kompleksiteten og benchmarke performance af metoden for at kunne give mål for effektiviteten af PINNs i sammenlign med de klassiske metoder.

Med udgangspunkt i de virtuelle modeller kigges der i 2024 på at levere virtuelle sensorer til fysiske systemer/produkter, som i realtid giver måldata uden behovet for at installere fysiske sensorer i et system.

AI/ML i hybride test bliver ikke løst med udgangen af 2024, men det er vigtigt at følge med udviklingen og se på hvor det giver mening at benytte de forskellige metoder.

Indhold

Kompetenceopbygning, videnhjemtagning og vidensamarbejde:

Følgende videnrelaterede aktiviteter udføres som en del af aktivitetsplanen for at arbejde med strategisk opbygning af kompetencer indenfor AI og ML, samt for at muliggøre en understøttelse af indsatsens aktivitetsplaner:

- Deltagelse på min. 2 konference eller webinar.
- Opbygning og fastholdelse af relationer til relevante universiteter og videninstitutioner, primært i Danmark, men også internationalt, med følgende aktiviteter:
 - Fortsat samarbejde med DTU Compute om Reduced Order Modelling og et fokus på internationalt samarbejde med eks. følgende KTH, Fraunhofer Institut og Carnegie Mellon University.
 - Samarbejdet med DTU om PINNs
 - Præsentere resultater fra indsatsen og aktivitetsplanen i min. et seminar, konference eller lign.-
 - Deltagelse i eller samarbejde om afholdelse af et seminar med relevante samarbejdspartnere til ekstern deltagelse for industrien eller hos videninstitut.
 - Kompetenceopbygning ved deltagelse i relevante kursuser.
- Vidensspredning om resultaterne af aktiviteten, som infografik, video eller artikel.

Udvikling af teknologisk service:

Brug af AI/ML til generering af virtuelle modeller som kan følge produkters livscyklus. Med fokus på at følge den teknologiske udvikling og levere guidelines til hvordan teknologien kan bruges i praksis.

- I samarbejde med FT09.03 skal PINNs tilgange til ROM evalueres på konkrete testopstillinger:
 - Konkret er der behov for at sammenligne nøjagtigheden af ROMs samt omkostninger ved PINN versus CFD-generering.
- Implementering af PINNs-genererede moduler til drag'n'drop i rørsystem.
- Bruge af PINNs til modellig af andre områder skal undersøges, som fx
 - Revnevekst i FEA
 - Varmeroverførsel mellem materialer/væsker - Head transfer
- Opbygning af PINNs-modeller til eksekvering i realtid, med sensor input fra fysisk system.
- Virtuelle sensorer, som output fra model.
 - Konkret arbejdes der videre med Grundfoss demonstrator fra 2023, med fokus på nøjagtig og implementering af kalibrering af virtuelle sensor.
- Viderebygning på AI Ekspert system, implementering af plugin værktøjer til bedre dataforståelse og undersøgelse af muligheder for at bruge Generative AI metoder til at hjælpe med opsætningen fysiske baserede modeller.

Målet med aktiviteten er at kunne lave guidelines til brug af AI/ML til generering af de virtuelle dele af hybride test. På sigt er målet at skabe ML-værktøjer eller en ML-plattform, hvor man på baggrund af eksisterende viden, modellering og data, kan skabe en præcise model af systemet/produktet. Og reducere tidsforbruget allokeret til at producere digitale modeller og dermed udnytter det digitale potentiale ved hybride test i produktets livscyklus.

Aktører

Aktiviteterne relateret til hhv. simuleringer, ML og AI udføres af de respektive afdelinger med relevante kompetencer hos FORCE Technology.

Udviklingsaktiviteterne gennemføres i samarbejde mellem FORCE Technology og centrale samarbejdspartnere. Forskellige demonstratorer er identificeret eller foreslået af virksomheder som Grundfos, Turbovex, BechH og LM Teknik.

Der samarbejdes med AU, AU-DTL, DTU og Alexandra Instituttet.

Det planlægges at initiere samarbejde gennem European Digital Innovation Hub ifm. videnformidling, virksomhedskontakt til relevante aftagere af services baseret på ovenstående udvikling.

Sammenhæng med andre projekter

- Viden og kompetencer i relation til digitale tvillinger og virtuelle modeller i regi af MADE FAST's Work Stream 4 fokuseret på "Machine Learning – WS4 Digitalization of Manufacturing Processes" bliver udnyttet i aktiviteten og vice versa.
- En FORCE Technology-intern satsning på operationalisering af først data og senere machine learning (DataOps og MLOps) i form af en platform. Denne vil kunne understøtte aktivitetsplanen, da formålet med platformen er dataopsamling, sanering og preprocessering, træning, test og validering af modeller.
- FORCE Technology er del af The European Digital Innovation Hubs med muligheder for videndeling og samarbejde indenfor digitale aktiviteter.

Følgegruppe

Følgegruppen har forholdt sig til indholdet af aktivitetsplanen den 6. november 2023, hvor den blev præsenteret og diskuteret.

Formidling af resultater

Formidlingsaktiviteter for denne aktivitetsplan beskrives i aktivitetsplanen FT09.01_2024 Videnspredning og økosystem som en del af Fremtidens hybride testbed.