

Optimalisatie van ontwerp en onderhoud via virtuele wereld dankzij Digital Twin

25 september 2020, 02:00

Pascal Pollet

De Digital Twin (DT) is een virtuele representatie van een reëel product, proces of systeem. In onze door technologie gedreven industriële wereld is het concept de afgelopen jaren steeds belangrijker geworden, onder meer op het vlak van ontwerp en simulatie.

Wat is een Digital Twin?

De Digital Twin - virtuele tweeling of digitale kopie - past in het model van Industrie 4.0 als een computerrepresentatie van een product, proces of systeem. Deze virtuele representatie kan gebruikt worden in productontwerp, simulatie, controle, optimalisatie en onderhoud, en is een belangrijk concept in het industriële Internet of Things (IoT). Deze voorstelling van een fysiek product, proces of systeem laat toe de performantie ervan beter te begrijpen en modelleren. Een Digital Twin wordt continu geüpdatet met data van meerdere bronnen, waarin ze verschillen van statische 3D-modellen.

Het idee van een 'Twin' of tweeling kwam voor het eerst ter sprake bij NASA met haar Apollo-programma. Toen ging het om een echte kopie van de module, waarmee het mogelijk was problemen, waarmee de module in de ruimte te maken kreeg, te reproduceren en van op aarde een manier te vinden om ze op te lossen.

De transformatie naar een 'Digital Twin' (DT) werd in 2003 geïntroduceerd in de studie 'Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication'. NASA en de US Air Force startten daarop met de toepassing van Digital Twin in het domein van de luchtvaart.

Sindsdien evolueerde het concept van Digital Twin voortdurend, van een 3D-framework naar een 5D-framework. Het 3D-framework bestond uit de Physical Entity (fysieke entiteit, het werkelijke fysieke object), de Virtual Entity (virtuele entiteit, bestaande uit een set van modellen: geometriemodel, fysicamodel, gedragsmodel en regelmodel) en de connectie van data en informatie die de Physical Entity en de Virtual Entity samenbrengt.



3D-framework

Het 5D-framework integreert twee nieuwe componenten: DT-data en services. DT-data bevat data van de volledige entiteit, laat deze samensmelten via verschillende algoritmen en maakt deze data

beschikbaar voor de volledige andere entiteit. Services omvat alle functies van de Digital Twin binnen gestandaardiseerde diensten met gebruiksvriendelijke interfaces, voor een gemakkelijk gebruik op vraag.



5D-framework

Digital Twins worden geclassificeerd op een ander niveau, afhankelijk van de toepassing, tussen het niveau 'unit Digital Twin', het niveau 'system Digital Twin' en het niveau 'system-of-system Digital Twin'. Het unit-niveau is het minimaal onafhankelijke individu: een persoon, een machine of een product. Als het niveau van verschillende units wordt verbonden, vormen zij een systeemniveau en voorzien in meer functionaliteiten, zoals planning en optimalisatie van diensten. Ten slotte is het system-of-systems-niveau een groepering van system-niveaus die meer functionaliteiten geven, preciezere informatie en meer beschikbare data door de groei van fysieke en virtuele entiteit.



Drie niveaus van Digital Twin

Voordelen van Digital Twin

Tijdens de **ontwerpfase** helpt DT door het gedrag van het product zo precies mogelijk te simuleren in verschillende omgevingen of door verschillende ontwerpen te simuleren in een specifieke omgeving. Deze simulaties leiden tot het meest geschikte ontwerp, zonder dat een fysiek prototype moet worden gebouwd, waardoor het ontwikkelingsproces sneller en goedkoper kan gebeuren.

Tijdens de **gebruiksfase** helpt de DT de Physical Entity te optimaliseren door continu simulaties te maken, om zo de beste parameter te vinden voor de reële omgeving en taak, door gebruik te maken van de real-time data van deze entiteit.

De DT laat ook **onderhoud van op afstand** toe: een expert onderzoekt een probleem direct in de DT en leert vervolgens een persoon te velde hoe het probleem op te lossen. Alvorens ter plaatse te gaan om het probleem op te lossen, oefent deze persoon op de DT via augmented reality (AR). Zo is er geen fysiek contact tussen de expert en de persoon ter plaatse nodig en blijven verplaatsingskosten beperkt.

De DT laat **predictief onderhoud** toe: de DT kan de real-time data vergelijken met de historische data, rekening houdend met slijtage en omgeving van de fysieke entiteit, waardoor hij het meest geschikte ogenblik voor onderhoud kan voorspellen. Wanneer het gaat om een component die onderdeel is van een system-of-system Digital Twin kan deze de real-time data van de fysieke entiteit vergelijken met de data van andere Digital Twins die een vergelijkbare slijtage en omgeving hebben.

Samengevat staat Digital Twin voor het goedkoopste ontwerp en onderhoud, het snelste ontwerp en dito probleemdetectie, continue optimalisatie en predictief onderhoud.

Implementatie van de Virtual Entity

De virtuele entiteit van een DT bestaat uit een set modellen. Het aantal en type van geïmplementeerde modellen hangen af van het gebruik van de DT.

Het eerste model is het **geometriemodel**, een representatie van het model in een 3D-ruimte, waarbij het fysieke object als zijn vorm, materiaal of assemblage van onderdelen wordt aangeduid.

Het tweede model is het **fysicamodel**, dat fysische eigenschappen zoals snelheid en kracht weergeeft. Dit model reflecteert ook fysische fenomenen als vervorming en corrosie.

Het derde model - het **gedragsmodel** - beschrijft het reactiemechanisme en gedrag van de entiteit, zoals de degradatie in prestatie onder externe verstoring.

Ten slotte bestaat het **regelmodel** uit een aantal regels opgebouwd vanuit historische data van de Physical Entity door gebruik te maken van een verschillende techniek, zoals machine learning. Dit model verleent de Virtual Entity de mogelijkheid van optimalisatie en voorspelling tegenover de Physical Entity.

De data van deze fysieke entiteit dienen te worden ingevoerd in de virtuele entiteit, om ervoor te zorgen dat deze zoveel mogelijk overeenkomt met de fysieke entiteit en de virtuele entiteit toelaat een betere optimalisatie en voorspelling van de fysieke entiteit mogelijk te maken.

Praktijkvoorbeelden

Sensoren die zijn aangesloten op een fysiek product verzamelen gegevens en sturen deze terug naar de DT. Een voorbeeld: sensoren binnen een vliegtuigmotor kunnen detecteren wanneer onderdelen moeten worden vervangen of gerepareerd. Zo gebruikt Rolls-Royce, fabrikant van straalmotoren, een Engine Health Management-systeem om de toestand van duizenden motoren op te volgen via geïntegreerde sensoren en live satelliet-feeds. Deze gegevens worden gebruikt om de onderhoudsregimes te verbeteren. Tenslotte kunnen ze ook worden gebruikt in het oorspronkelijke ontwerpproces van een vliegtuigmotor. De DT van de vliegtuigmotor zou deze nieuwe informatie aangeven, die wordt weergegeven in het Product Lifecycle Management-systeem van de fabrikant.

Sommige bedrijven hebben digitale modellen van complete productielijnen, waarop ze productieruns kunnen simuleren en testen om aanpassingen voor te bereiden. Black & Decker, fabrikant van elektrisch gereedschap, heeft het DT-concept uitgebreid om digitale modelassemblagelijnen en andere fabriekssystemen te omvatten, waardoor het zijn productiviteit en efficiëntie kan verhogen. Performante modellen moeten het ook mogelijk maken om productielijnen in de virtuele wereld voor te bereiden op nieuwe producten en productconfiguraties zodat oversteltijden tot een minimum herleid kunnen worden.

Dit Techniline-artikel is gebaseerd op een artikel dat verschenen is in het kader van [Machining 4.0](#). Dit Interreg-project biedt kmo's die meer willen leren over de toepassing van nieuwe technologieën (Industrie 4.0) in de verspanende industrie gratis toegang tot expertise en begeleiding van Europese kenniscentra, waaronder Sirris.

Bronnen

- <http://www.machining4.eu>

- <https://www.researchgate.net>
- <https://www.essentracomponents.com>

Auteurs



Pascal Pollet