Digital Twin

Ein virtueller Besuch beim Arzt

„Houston, wir haben ein Problem." Diese Worte leiteten am 14. April 1970 eine historisch einmalige Rettungsaktion ein, als durch eine Explosion in einem Tank die Versorgung von Strom, Sauerstoff und Wasser der Apollo13 zusammenbrach. Das Leben der Astronauten war den analogen Zwillingen des Apollo-Systems zu verdanken, die den NASA-Ingenieuren eine detailgetreue Simulation von Konzepten und Maßnahmen für die erfolgreiche Rückkehr ermöglichten.

Im Jahr 1977 traten in Computerspielen die ersten Avatare auf. Die Idee der virtuellen Repräsentanz eines Nutzers ist mittlerweile in den meisten Internetforen umgesetzt und verbindet die reale mit der digitalen Welt. Einen weiteren Schritt unternahm die Industrie insbesondere im Auto- und Flugzeugbau mit der Einführung von virtuellen Objekten in Computersimulationen – der digitale Zwilling war geboren.

Bereits im Stadium des Designs können an einem digitalen Modell geplante Produkteigenschaften validiert und optimiert werden. Störquellen in Produktionsprozessen werden schon vor dem Betriebsstart erkannt, hochkomplexe Fertigungswege für die individuelle Massenproduktion berechnet, getestet und programmiert. Die Kopplung von Maschinen über Sensoren mit Algorithmen und mathematischen Modellen im Computer ermöglicht die zeitnahe Simulation und Überwachung von Produkten, Prozessen und Systemen sowie die Analyse der Performance unter verschiedenen Bedingungen. Eine vorbeugende Instandhaltung auf der Basis von sensorischen Telemetriedaten verhindert teure Ausfallzeiten beim Kunden. Von über 15.000 MRT-, CT- und interventionellen Röntgensystemen sammelte Philips Milliarden von Datenpunkte und identifizierte mithilfe von maschinellem Lernen Muster, die auf bestimmte bevorstehende Probleme hindeuteten.

Der digitale Zwilling in der Medizin der Zukunft

Das Erfolgskonzept der digitalen Zwillinge in der Industrie 4.0 hat nun auch die Medizin erreicht, nachdem das Internet der Dinge, Big Data, Deep Learning und die Molekulardiagnostik die personalisierte Medizin entscheidend voranbringen. An der Stanford University wurde mit „The Living Heart" auf der Basis eines 2-D-Ultraschall-Scans eines Menschen ein personalisiertes 3-D-Modell seines Herzens erstellt, um damit Medikamente während der Entwicklung auf schädliche Nebenwirkungen zu testen. Siemens Healthineers stellte eine Datenbank mit mehr als 250 Millionen kardiologischen Bildern, Berichten und Betriebsdaten zusammen. Ein KI-System beobachtete in einer sechsjährigen Studie 100 digitale Herz-Zwillinge von Patienten mit Herzinsuffizienz, prognostizierte den Therapieverlauf und verglich ihn mit den tatsächlichen Ergebnissen. Hewlett Packard Enterprise arbeitet im Blue Brain Projekt an der digitalen Simulation des Säugetiergehirns, aber auch IBM, Microsoft, General Electric, Philips, MIT und viele andere forschen mit Hochdruck am virtuellen Menschen.

Die wachsende Verfügbarkeit der Daten von Wearables, Insideables und E-Health-Apps ermöglicht nicht nur die Erstellung personalisierter Modelle für Patienten, die durch die übermittelten Gesundheits- und Lebensstilparameter kontinuierlich angepasst werden können. Big-Data-Analysen erlauben auch den Vergleich der individuellen Daten mit der gesamten Bevölkerung für eine schärfere statistische Definition des normalen oder gesunden Zustands, um maßgeschneiderte Aktionen für die Gesundheitsvorsorge zu entwickeln. In digitalen Zwillingen kann man somit individuell Krankheitszustände und -anfälligkeiten sowie Störfaktoren wie Alter, Lebensstil und genetischer Hintergrund abbilden.

Die Mediziner träumen schon von kompletten „In-silico-Doppelgängern", die in Kombination mit einem Patient-on-a-chip (HCM 4/2019, Seite 49) eine optimale individuelle Diagnostik und Therapie ermöglichen. Dann heißt es vielleicht schon bald bei einem Anruf beim Arzt: „Doc, können Sie mal gerade feststellen, woher meine Kopfschmerzen kommen?"

Manfred Kindler, KKC-Vorsitzender,
Kontakt: m.kindler@kkc.info

Logo: KKC