

Wir sind das Fraunhofer ITWM



Abteilung »Bildverarbeitung«

Mathematische Modelle und Bildanalysealgorithmen für die Industrie

Die Abteilung »Bildverarbeitung« entwickelt mathematische Modelle und Bildanalysealgorithmen und setzt diese in industrietaugliche Software um, vorwiegend für anspruchsvolle Oberflächenprüfungen in der Produktion und für die Analyse von Mikrostrukturen.

Die dafür benötigte Software für Bildverarbeitung und -analyse und Systemintegration ist selbst entwickelt. Einige Software-Produkte werden seit mehr als 15 Jahren gepflegt und vermarktet. Der verfügbare Methodenpark wird ständig erweitert und verbessert.

Seit 2016 werden auch domänenspezifische Machine-Learning-Algorithmen entwickelt sowie Methoden, sie nachvollziehbar, effizient und konsistent zu trainieren. Optische und lichtmikroskopische Bilder werden im eigenen Labor generiert, 3D-Bilder und Zeitreihen von 3D-Bildern mithilfe des Computertomografen der Abteilung.

Die wissenschaftlichen Grundlagen umfassen mathematische Morphologie, diskrete Geometrie und Topologie, stochastische Geometrie, Computergrafik und Quantencomputing.



www.itwm.fraunhofer.de/bv



Abteilung »Finanzmathematik«

Methodenkompetenz in Finanzmathematik, Stochastik und Data Science

Die Abteilung »Finanzmathematik« konzentriert sich auf die Geschäftsfelder »Lebensversicherung«, »Abrechnungsprüfung« und »Flexible Lasten in der Energiewirtschaft«.

Ihre Anwendungen reichen hierbei von der Klassifizierung von Altersvorsorgeprodukten über die Unterstützung digitaler Geschäftsprozesse bis hin zu Risiko-Controlling im Energiesektor. Die Geschäftsfelder werden durch einen flexiblen Baukasten von Forschungsschwerpunkten gestärkt.

Aktuell umfasst dieser unter anderem die Bausteine Finanz- und Versicherungsmathematik, Statistik, Machine Learning, Data Science, Stochastische Simulation, Zeitreihenanalyse und Quantencomputing. Neben langjährigen Forschungsschwerpunkten ist insbesondere im noch jungen Forschungsbereich Quantencomputing ein starkes Netz an Partnern und Kooperationen, national wie international entstanden.

Zusätzlich umfasst die Abteilung die Nachwuchsforschungsgruppe »Entscheidungsunterstützung für betriebswirtschaftliche Prozesse mit Hilfe neuer KI-Methoden«.



www.itwm.fraunhofer.de/fm



Bereich »High Performance Computing«

Innovation, Disruption und ganzheitliches Denken in der Welt des verteilten Rechnens

Simulationen und Berechnungen sind die Grundlage für viele industrielle und wissenschaftliche Anwendungen. Immer größere Anforderungen lassen die Komplexität der Hardware und Software kontinuierlich wachsen. Diese Entwicklung bedarf neuer Methoden und Lösungen für das Höchstleistungsrechnen und bilden die wissenschaftliche Grundlage der Abteilung.

Dabei spielt die Verteilung von Daten und die Kommunikation von Recheneinheiten eine wichtige Rolle, um effizient und performant hochparallele Rechnungen auszuführen. Effizienz spielt auch eine zentrale Rolle bei der Entwicklung neuer Prozessor- und Systemarchitekturen, bei der Entwicklung von Werkzeugen und Anwendungen für das Quantum- und Neuromorphic Computing, beim Finden von optimierten Modellen für die künstliche Intelligenz sowie bei der Steuerung von Energieflüssen im Bereich der Erneuerbaren Energien.

Die Abteilung ist darüber hinaus zentraler Ansprechpartner für die Optimierung von Algorithmen in unterschiedlichen Domänen und im speziellen im Bereich der seismischen Datenverarbeitung.



www.itwm.fraunhofer.de/hpc



Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung«

Durchblick mit Millimeter-, Terahertz- und optischen Wellen

Die Abteilung MC entwickelt und baut industrietaugliche Systeme zur zerstörungsfreien Prüfung mittels elektromagnetischer Wellen im Spektralbereich vom sichtbaren Licht bis hin zu Radarfrequenzen. Dabei werden die notwendigen Laserquellen, Elektronikschaltkreise, Emittoren und Detektoren vor allem im Terahertz- und Radar-Bereich teilweise selbst entwickelt und verbessert. Die notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen umfassen lithographisches Know-how (2D und 3D Strukturierung), vertiefte Kenntnisse der linearen und nichtlinearen Optik, der Laserphysik und der Quantenoptik.

International führend ist die Abteilung in der Entwicklung modellbasierter Auswertalgorithmen für die Schichtdickenmessung und die Tomographie mit a priori Informationen, die die zuverlässige Detektion von Defekten im Volumen erlauben. Mit der Realisierung des Prinzips der Messung mit undetektierten Photonen im Terahertz-Bereich hat die Abteilung wissenschaftliches Neuland betreten, das es perspektivisch erlaubt, auf die Detektion von Terahertz-Wellen generell zu verzichten. Mit der Entwicklung des ersten Laser-basierten optischen FMCW-Radars gelingt zudem erstmal die Dickenmessung der Kathoden- und Anodenschichten in der Batteriefertigung.



www.itwm.fraunhofer.de/mc



Bereich »Mathematik für die Fahrzeugentwicklung«

Simulationsgestützte Entwicklung und Produktionsoptimierung

Der Bereich »Mathematik für die Fahrzeugentwicklung« (MF) gliedert sich in die zwei Abteilungen »Dynamik, Lasten und Umgebungsdaten« (DLU) und »Mathematik für die digitale Fabrik« (MDF) sowie die Projektgruppe Reifensimulation und die Querschnittseinheit MF-Technikum, die sich um die Versuchs- und Messtechnik kümmert.

In der Abteilung »DLU« werden Methoden und Werkzeuge zur Systemsimulation unter Einbeziehung von Umgebungsdaten und Nutzungsvariabilität entwickelt. Es werden insbesondere die Fahrzeugentwicklungsattribute Betriebsfestigkeit, Zuverlässigkeit, Energieeffizienz und ADAS/AD sowie die Entwicklung nachhaltiger Mobilitätslösungen adressiert. Passend dazu gibt es im Bereich Forschung und Entwicklung zur Fahrzeug-Umwelt-Mensch-Interaktion und zur Modellierung und Simulation von Reifen. Die Abteilung »MDF« bündelt die Aktivitäten zur Entwicklung von Softwaretools für die virtuelle Produktentwicklung und -entstehung.



www.itwm.fraunhofer.de/mf



Bereich »Optimierung«

Interaktive Entscheidungsunterstützung auf Basis von Modellen und Daten

Der Bereich »Optimierung« umfasst die drei Abteilungen »Optimierung in den Life Sciences« (OPT-LS), »Optimierung – Operations Research« (OPT-OR) und »Optimierung – Technische Prozesse« (OPT-TP). OPT-LS entwickelt und erbringt für verschiedene Anwendungsfelder aus Medizin, Gesundheits- und Sozialwesen, Medizin- und Bioverfahrentechnik innovative und individuell gestaltete mathematisch-methodische Ansätze sowie Software-Lösungen und Leistungen.

OPT-OR entwickelt individuelle (Software-)Lösungen für strategische, taktische und organisatorische Fragestellungen in der Produktions- und Ablaufplanung mit dem erklärten Ziel, Entscheidenden aus Industrie und Gesellschaft Werkzeuge zum Abwägen zwischen konfliktbehafteten Planungszielen zu ermöglichen.

OPT-TP beschäftigt sich mit der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung auf Grundlage von Modellierung, Simulation und Optimierung technischer Prozesse in unterschiedlichen Industrien der produzierenden Wirtschaft.



www.itwm.fraunhofer.de/opt



Abteilung »Strömungs- und Materialsimulation«

Industriell einsetzbare Multiskalensimulation und kundenspezifische Softwarelösungen

Die Abteilung SMS entwickelt Modelle, effiziente Lösungsverfahren und Software für industrielle Probleme der Strömungs- und Festkörpermechanik, der Wärmeleitung und der Elektrochemie, einschließlich Fluid-Struktur-Interaktion, Reaktion-Konvektion-Diffusion und multiphysikalischer Aufgaben, in heterogenen Medien.

Damit bietet die Abteilung SMS kompetente Forschungs- und Entwicklungsunterstützung beim Modellieren, Simulieren und Optimieren der Produktion, der Funktion und des Einsatzverhaltens von porösen Werkstoffen und Verbundmaterialien. Sie erstellt simulationsbasierte digitale Zwillinge bis auf die Materialebene, um ihre Produktionsprozesse (Infiltration, Aufschäumen, Verpressen, u.v.m.) und Ihre Produktentwicklung (z. B. Filter, Batterien, Textilien, Leichtbauteile) nachhaltig zu verbessern sowie Rohstoff- und Energiebilanzen quantitativ mitzubewerten.



www.itwm.fraunhofer.de/sms



Abteilung »Systemanalyse, Prognose und Regelung«

Analyse und Vorhersage von komplexem System- und Prozessverhalten

Die Abteilung »SYS« entwickelt mathematische Methoden zum ressourcenoptimierten Echtzeitbetrieb von Komponenten, Antrieben und Anlagen. Anwendungsgebiete sind die Energiebranche sowie industrielle Produktionsanlagen im Anlagen- und Maschinenbau. Die wissenschaftlichen Fragestellungen umschließen die Entwicklung echtzeittauglicher, multivariater Signalanalyseverfahren und ML-Algorithmen insbesondere tiefe Neuronale Netze sowie deren Hardware-Anbindung und Integration zur Zustandsüberwachung und prädiktiven Instandhaltung.

Darüber hinaus entwickelt die SYS modell- und datenbasierte Methoden zur prädiktiven Regelung von Antrieben und Produktionsanlagen mit den Zielgrößen Qualität, Quantität und Ressourceneinsatz. Wissenschaftliche Herausforderungen liegen hierbei in geringer Datenverfügbarkeit, Daten- und Informationslücken und komplexer Prozessvielfalt.



www.itwm.fraunhofer.de/sys



Abteilung »Transportvorgänge«

Mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung von Transportvorgängen

Kernkompetenz der Abteilung »Transportvorgänge« ist die mathematische Modellierung komplexer industrieller Problemstellungen und die Entwicklung effizienter Algorithmen zu ihrer numerischen Lösung. Die Problemstellungen sind im technisch-naturwissenschaftlichen Kontext (Strömungsdynamik, Wärme- und Strahlungstransport, Strukturmechanik etc.) angesiedelt und führen aus mathematischer Sicht auf Differentialgleichungen, die in vielen Fällen als Transportgleichungen zu charakterisieren sind. Die Abteilung verfolgt seit Jahren kontinuierlich zwei wissenschaftliche Schwerpunkte mit starken Alleinstellungsmerkmalen: die mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung der Dynamik von Fäden, Fasern und Filamenten und die Entwicklung des gitterfreien kontinuumsmechanischen Simulators MESHFREE. Darüber hinaus werden immer wieder neue Forschungsthemen mit universitären Partnern aufgegriffen.

Ein Beispiel ist die transiente Simulation, Optimierung und Regelung von Energie- und Versorgungsnetzen. Ein wichtiges Zukunftsthema mit bereits erheblichem Kompetenzaufbau ist die strömungsdynamische Shape-Optimierung.



www.itwm.fraunhofer.de/tv