



Energie

Unser Schwerpunkt liegt auf erneuerbaren Energien, Effizienztechnologien, intelligenten Netzen sowie auf der Digitalisierung der Energiewirtschaft. Zugang zu einem großen Spektrum an Forschungs- und Entwicklungsangeboten erhalten dabei kleine und mittelständische Unternehmen, aber auch Industrie und Energiewirtschaft. Immer steht dabei eine sichere, nachhaltige, wirtschaftliche sowie sozial gerechte Versorgung im Zentrum.



Smarte Software für das Management fluktuierender Energieproduktion

In der Abteilung »High Performance Computing« hatten Nachhaltigkeit und der smarte Umgang mit Energie von Beginn an einen hohen Stellenwert – nicht zuletzt zu erkennen an der bereits 2009 formierten Gruppe »Green by IT«. Das Engagement mündete 2019 sogar in einem Spin-off, der Wendeware AG. Matthias Klein-Schlöbl, Leiter der Gruppe »Green by IT«, skizziert einige Highlights:

Seit vielen Jahren erforschen wir Soft- und Hardware-Lösungen für die Energiewende. Dabei sind der Energiemanager Amperix und die Plattform myPowerGrid, die viele dezentrale Energiemanager als zusammengefasste virtuelle Einheit koordiniert, entstanden. Die Wendeware AG kümmert sich nun um die Vermarktung unserer Produkte und entwickelt diese Technologien weiter. Seit Mitte 2020 gibt es sogar einen Ankerkunden: ein führender deutscher Batteriesystemhersteller. Er nutzt unser Energiemanagementsystem, um Energieflüsse in Betrieben zu erfassen, zu überwachen und das Speichersystem und andere Erzeuger und Verbraucher in der Liegenschaft intelligent zu steuern.

Guter Winter für Schoonschip

»Green by IT« begleitet seit längerem Schoonschip, ein schwimmendes Wohnquartier in Amsterdam Nord. Die Energiegemeinschaft ist richtig gut über ihren ersten Winter gekommen. Um zu verstehen, was wir geleistet haben, muss man zuerst wissen, dass sich 30 Häuser (47 Wohneinheiten) einen sehr klein dimensionierten Netzanschluss mit rund 150 kW Gesamtleistung teilen und mittels Wärmepumpen geheizt werden. D. h. im Winter ist hier mit einer hohen Leistungsaufnahme zu rechnen, in Spitzenzeiten gar zu hoch für den Netzanschluss.

Alle Häuser sind mit Batteriespeichern ausgestattet. Diese Speicher nutzt unsere Energiecommunity-Steuerung zur koordinierten Unterstützung des Netzanschlusses, sogenanntes Peak-Shaving. In Spitzenzeiten lieferten die Speichersysteme in Summe bis zu 63 kW. Der geteilte Netzanschluss war aufgrund der Leistungsaufnahme der Wärmepumpen nah am Maximum, wurde jedoch durch den Einsatz der Batteriespeicher nicht überlastet. In sonnigen Zeiten werden die Speicher zur Tag-Nacht-Pufferung genutzt.

Die Technologie wird in einem weiteren Wohnprojekt eingesetzt: »Wohnen mit Freu[n]den« in Oggersheim. Wir haben ein Mehrfamilienhaus, das auch eine Energiegemeinschaft bildet, neben den Hauptzählern mit jeder Menge Technik zum Messen von Strom, Wasser und Wärme, sogenanntem Submetering, ausgestattet. Dies dient der Energietransparenz der Bewohner:innen und als Grundlage für die Abrechnung. Eine Auswertung der Kennzahlen ergab, dass »Wohnen mit Freu[n]den« bereits rund 60 Prozent seines elektrischen Energiebedarfs aus dem eigenen Blockheizkraftwerk (BHKW) selbst deckt und bilanziell mehr als doppelt so viel Strom erzeugt, als die Bewohner:innen verbrauchen. Deshalb kann zur weiteren Steigerung der Selbstversorgung die Koppelung des BHKW mit einem Batteriespeichersystem sinnvoll sein.



Schwimmende Wohn- und Energiegemeinschaft mit ITWM-Technologie: Amperix steuert die Energieflüsse in Schoonschip.

Kontakt

M.Sc. Matthias Klein-Schlöbl
Stv. Abteilungsleiter »High Performance Computing«
Telefon +49 631 31600-4475
matthias.klein@itwm.fraunhofer.de



Weitere Informationen unter www.itwm.fraunhofer.de/greenbyit



Unsere Kooperationen unter www.wendeware.com/ueber-uns

Damit der Strom fließt: Zerstörungsfreies Prüfen von Kraftwerksgeneratorstäben



Vorprüfung: Dr. Friederich im Kraftwerksgenerator, dessen teilweise schwer zugängliche Glimmerisolierung mit Terahertz-Technik untersucht werden kann.

Die Inspektion von Kraftwerksgeneratoren ist ein komplexes Unterfangen, zum einen wegen der schieren Größe der Generatoren, zum anderen wegen ihres Aufbaus; nicht alle Stellen sind zugänglich und der Raum für den Einsatz von Messtechnik oftmals begrenzt. In den letzten Jahren haben sich jedoch viele Terahertz- und Millimeterwellen-Technologien aus dem wissenschaftlichen Hintergrund heraus in spezifische industrielle Anwendungen hineinentwickelt – so auch in die zerstörungsfreie Prüfung auf Defekte unterhalb der Oberfläche in der Qualitätskontrolle und Produkt-

wartung. Gemeinsam mit der Firma Siemens Energy konnten wir in mehreren Machbarkeitsstudien die Einsatzfähigkeit der neuen Technologie auch für die Inspektion von Kraftwerksturbinen unter Beweis stellen.

»Bereits an dem ersten Probekörper, der im Vorfeld tomographisch erfasst war, konnten wir die Fehlstelle im Terahertzbild wiedererkennen.«

Dr. Andrey Mashkin
Siemens Energy

Untersucht wurde die Glimmerisolierung von Stromleitern im Generator – eine frühzeitige Erkennung von Defekten und Rissen in der Isolierung ist entscheidend für die Funktionsfähigkeit und Laufzeit der Generatoren. Ziel war es, innenliegende Defekte zu erkennen, bevor das Oberflächenmaterial abplatzt. Kamerabasierte Methoden der Inspektion detektieren nur Defekte an der Oberfläche und kommen deshalb allein nicht infrage. Denn für die Wartung und rechtzeitige Reparatur ist das zu spät. Die Fehler müssen aufgespürt werden, bevor sie von außen sichtbar sind.

Radarbasierte Messtechnik kombiniert mit Terahertzwellen

»Hierfür eignet sich die bildgebende Terahertz-Prüfung besonders gut,« so Projektleiter Dr. Fabian Friederich aus der Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung«. »Radarbasierte

Ansätze ermöglichen nämlich die Erfassung von Tiefeninformationen und vereinfachen die Unterscheidung einzelner Merkmale des Messobjekts.« Entsprechende Terahertz-Bildgebungssysteme basieren oft auf quasioptischen Linsensystemen, die ein gewisses Maß an Flexibilität bieten, z. B. in Bezug auf die Wahl der Brennweite und damit des Arbeitsabstandes. Die quasioptischen Komponenten für den Terahertz-Bereich sind meist recht groß und eignen sich daher nicht für die Inspektion von Generatorstäben. Abhilfe schafft hier die Kombination aus radarbasierter Messtechnik und dem Einsatz einer Art Endoskop, welches zwischen die Generatorstäbe geführt wird. Dieses besteht aus einem Kunststoffwellenleiter als Nahfeldantenne in Verbindung mit einem Terahertz-Radarsensor.

Ergebnissen, so dass im nächsten Schritt konkrete Lösungsansätze für den Einsatz der Methode in typischen Zwischenräumen der Generatorstäbe erprobt wurden.

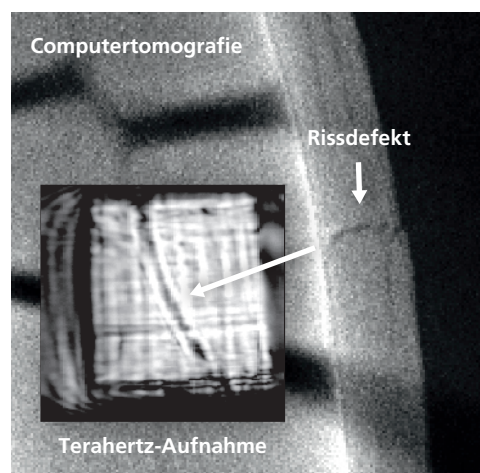
Hierfür untersuchten die ITWM-Experten zunächst geeignete Materialien für die Führung und die Einflüsse durch Biegung der Messspitze, in Form weiterer vergleichender Messungen an dem entnommenen Generatorprobekörper. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurden darauffolgend angepasste Messspitzen auf Kunststoffplatten herausgearbeitet und zu einem Endoskop zusammengeführt. Schließlich wurde exemplarisch an zusammengesetzten Generatorstäben gemessen, um die Einsatzfähigkeit zu validieren.

Erfolgsversprechende Testmessungen

Getestet wurde die Messspitze zunächst an einem defekten Generatorstab im Labor. Dabei wurde sie über die Oberfläche im Bereich des Defekts geführt und die Oberfläche des Generatorstabes punktweise abgetastet, um eine volumetrische Aufnahme des Bereichs zu erzeugen. Vergleichende Aufnahmen mit Röntgen-CT dienen zum Erfassen und Ausschließen der Defekteigenschaften. Die Untersuchungen führten zu sehr vielversprechenden

Wie geht es weiter?

In den nächsten Schritten werden nun andere Aspekte der Messgeometrie untersucht; zum Beispiel: Wie ist der Einfluss des Einfallswinkels auf das Messsignal? Geprüft werden auch weitere Lösungsansätze für das Verfahren der Messspitze im Feldeinsatz. »Auf dieser Basis wollen wir ein vollständig angepasstes Messsystem realisieren, das routinemäßig zur Überprüfung von Generatorstäben eingesetzt werden kann«, so Dr. Fabian Friederich.



Im Foto links ist ein Teilstück eines Generatorstabs abgebildet. Das rechts im Hintergrund dargestellte Röntgen-CT-Bild des Probenquerschnitts, zeigt einen Riss im Inneren der Isolierung. Die eingebettete Terahertz-Aufnahme zeigt in einer anderen Perspektive, dass sich der Riss über die gesamte Breite des Generatorstabs erstreckt.

Kontakt

Dr. Fabian Friederich
 Gruppenleiter »Elektronische Terahertz-Messtechnik ETM«
 Telefon +49 631 31600-4908
 fabian.friederich@itwm.fraunhofer.de



FlexEuro: Wer flexibel und klug steuert, gewinnt am Energiemarkt

Das produzierende Gewerbe braucht viel Strom. Energie und Stromeinsatz sind deshalb oft entscheidende Kostenfaktoren im Industriesektor. Flexibilität im Stromversorgungssystem ist gleichzeitig zum Schlagwort der Stunde avanciert. Denn wer smart auf die Schwankungen am Markt eingeht und seinen Stromverbrauch steuert, profitiert davon. Im BMWi-geförderten Projekt FlexEuro entwickeln Forschende der Abteilung »Finanzmathematik« und des Bereichs »Optimierung« Modelle und Methoden für die optimale Vermarktung von Lastflexibilitäten an verschiedenen Strommärkten.

Was in der Vergangenheit bei Atom- und Kohlekraftwerken keine Rolle gespielt hat, ist jetzt für den Preis im Strommix entscheidend: die sogenannte dargebotsabhängige Energieerzeugung. Das heißt, durch die erneuerbaren Energien – wie Wind- und Solarstrom – hängt die Stromproduktion immer stärker vom Wetter ab und schwankt auch im Verlauf eines Tages, teilweise stündlich oder gar im Sekundentakt. Aber nicht nur die Erzeugung, sondern auch die unterschiedlich starke Nachfrage hat einen Einfluss auf die Märkte und Preise. Unternehmen, die auf solche Flexibilität beim Einkauf von Strom eingehen, haben zukünftig entscheidende Vorteile, besonders die energieintensiven Unternehmen. Gleichzeitig entlasten sie damit das Energienetz.

Aluminiumherstellung smart steuern

Zu diesen Industrieprozessen mit besonders hohem Energieverbrauch zählt zum Beispiel die Herstellung von Aluminium, genauer: die Aluminiumelektrolyse. Im Projekt FlexEuro ist als Anwendungspartner TRIMET Aluminium an Bord. Im mittelständischen Familienunternehmen dreht sich alles um Leichtmetallprodukte. »Beim Kick-off zum Projekt wurden uns bei einer Werksbegehung auch die beeindruckenden Herstellungsprozesse in den Elektrolyseöfen demonstriert. Das hat unser Verständnis auf jeden Fall geschärft. Sie müssen rund um die Uhr 24/7 laufen, damit am Ende

der Output nicht leidet,« so Dr. Neele Leithäuser. Das braucht viel Energie. Einige der Öfen sind bereits so konzipiert, dass Abweichungen der Stromeinspeisung durch steuerbare Wärmetauscher kompensiert werden, ohne dass die Produktion unterbrochen wird.

»TRIMET nennt diese flexiblen Öfen auch virtuelle Batterie«, erklärt die stellvertretende Abteilungsleiterin »Optimierung – Operations Research«. Das Besondere: In den umgebauten Zellen kann je nach Wetterlage die Produktion hoch- und runterfahren werden. Wenn die Sonne scheint und der Wind bläst, können die Öfen mit überschüssigem Ökostrom bis zu 25 Prozent mehr schmelzen. Ist es dunkel oder windstill, fahren sie die Produktion um bis zu 25 Prozent runter. Das ist hochkomplex, denn die Elektrolyse verlangt eine konstante Betriebstemperatur von 960 °C. Schon 10 Grad darüber oder drunter sind nicht gut für das Endprodukt. Ziel im Projekt ist es, den Stromverbrauch so zu steuern, dass der benötigte Strom am Markt möglichst effizient genutzt werden kann.

Mathematik behält kurzfristige Vermarktungsoptionen im Blick

»Dabei konzentrieren wir uns auf kurzfristige Vermarktungsoptionen für Flexibilität«, erklärt Elias Röger, ITWM-Experte aus der Finanzmathematik. Als Beispiel nennt Röger den sogenannte

Kontakt

Elias Röger
Geschäftsfeldentwickler »Flexible Lasten am Energiemarkt«
Telefon +49 631 31600-4050
yukio.elias.roeger@itwm.fraunhofer.de





© TRIMET Aluminium SE

Flexibler Elektrolyseofen bei der TRIMET Aluminium SE.

Kurzfristige Vermarktungsoptionen

- **Regelenergiemarkt:** Die Regelleistung, auch als Reserveleistung bezeichnet, gewährleistet die Versorgung bei unvorhergesehenen Ereignissen im Stromnetz. Sie wird von zertifizierten Marktteilnehmenden bereitgestellt und von den Netzbetreibern vergütet.
- **Day-Ahead Auktion:** Handel von Strom für den folgenden Tag. Für die verschiedenen Lieferzeiträume gibt es je einen Preis, der mit dem Ende der Auktion bekannt wird.
- **Intraday-Markt:** Er bezeichnet den kontinuierlichen Kauf und Verkauf von Strom, der noch am gleichen Tag geliefert wird. Strom kann bis kurz vorm Lieferzeitpunkt hin und her gehandelt werden, was Spekulationen ermöglicht. Positionen aus der Day-Ahead Auktion können hier wieder verändert werden.

Day-Ahead-Markt. »Immer am Mittag eines jeden Tages ermittelt die Börse den Strompreis für jede Stunde des Folgetags. Dieser ergibt sich abhängig von der Höhe des erwarteten Verbrauchs und der prognostizierten Erzeugung aus erneuerbaren Energien.« Die unterschiedlichen Eigenschaften und Restriktionen der Märkte erfordern für jede Vermarktungsoption eine individuelle Kombination von mathematischen Modellen (Unterschiede der Märkte siehe Infokasten). In der Praxis von TRIMET kann das heißen, dass die Öfen dann in einer »teureren Stunde« im besten Falle weniger Strom verbrauchen und dafür in kostengünstigeren Stunden weiter hochfahren.

Inzwischen ist Halbzeit im Projekt und die Forschenden ziehen eine erste Zwischenbilanz.

Leithäuser fasst zusammen: »In den ersten einhalb Jahren beschäftigten wir uns am ITWM intensiv mit der Vermarktung am Day-Ahead-Markt. Zu diesem Zweck wurde die Möglichkeit des flexiblen Verbrauchs als multi-kriterielles Optimierungsproblem modelliert. Mit Hilfe von mathematischen Prognosen wurden dann optimale Lastfahrpläne für den kommenden Tag berechnet. Hier konnten wir zeigen, dass Flexibilität wirtschaftlich sehr rentabel ist.«

FlexEuro läuft noch bis August 2022. Am Ende sollen konkrete Handlungsempfehlungen für die Praxis stehen. Der Plan ist dann anschließend, die entwickelten Modelle und Methoden als Software-Prototypen in die Anwendung beim Projektpartner zu bringen.

Kontakt

Dr. Neele Leithäuser
Stv. Abteilungsleiterin »Optimierung – Operations Research«
Telefon +49 631 31600-4621
neele.leithaeuser@itwm.fraunhofer.de



Mehr Informationen auf der Website unter www.itwm.fraunhofer.de/flexeuro

Industrie 5G – nicht nur Zukunftsmusik durch Expertise aus der Mathematik



Dr. Paulo Renato da Costa Mendes bringt in seinem Team 5G und Industrie 4.0 näher zusammen; besonders, wenn es um das Thema Flexibilität und erneuerbare Energien geht.

Schlagworte wie Internet der Dinge (IoT) oder Industrie 4.0 sind in den Medien allgegenwärtig. Klar scheint, zukünftig werden immer mehr Maschinen, Anlagen und Geräte miteinander vernetzt – besonders in der Produktion. 5G ist ebenfalls in aller Munde und gilt als Nachfolger von 4G (LTE). Dabei ist die fünfte Generation wesentlich mehr als nur ein neuer Mobilfunkstandard. Denn 5G bahnt der Industrie 4.0 ganz neue Perspektiven, weil es genau auf die Kommunikation zwischen Maschinen abzielt. Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderte Projekt »5Gain« bildet einen Kern der ITWM-Aktivitäten zum Thema 5G.

Dabei geht es im Team um Dr. Paulo Renato da Costa Mendes und Dr. Christian Salzig um sehr praktische Problemstellungen und Industrie 4.0 im Bereich Energie, genauer um »5G Infrastrukturen für zellulare Energiesysteme unter Nutzung Künstlicher Intelligenz«. Im Interview erklärt uns Paulo Renato da Costa Mendes, was die 5G-Entwicklungen bedeuten:

5G gilt als Zukunftstechnologie par excellence. Siemens oder das Handelsblatt sprechen schon von »Industrial

5G«. Welche Vorteile bringt 5G im Bereich Industrie 4.0? Und wann ist das überhaupt absehbar?

5G gilt als zehn bis 20 Mal schneller als 4G, dazu flexibler, autonomer, sicherer und effizienter. Es ermöglicht höhere Datenübertragungsraten und kürzere Latenzen. Je nach Anwendung sind die Vorteile nicht in vollem Umfang gleichzeitig in ein und demselben Netzwerk nutzbar. Der Consumer-Bereich benötigt da vielleicht eher hohe Datenraten, um unterwegs z. B. Videos zu streamen.

Bei industriellen Anwendungen sind Zuverlässigkeit und niedrigste Latenzzeiten wichtig. Besonders dort, wo der industrielle Automatisierungsgrad bereits hoch ist, bietet 5G schnelle Chancen Industrie 4.0 zu Industrial 5G werden zu lassen. 5G ist zwar noch weitestgehend Zukunftsmusik. Wir sprechen aber hier von einer relativ nahen Zukunft. In drei bis fünf Jahren ist einiges auch real umsetzbar.

Wie kann die Mathematik, bzw. wir beim Fraunhofer ITWM, da in der Praxis unterstützen? Welche Herausforderungen stellen sich im Projekt und welche Expertise bringen wir ein?

Besonders unsere jahrelangen Erfahrungen und die methodischen Kompetenzen im Bereich des Maschinellen Lernens qualifizieren uns. Wir entwickeln KI-Algorithmen für die unterschiedlichsten Bereiche. Das ebnet den Weg, das Potenzial für 5G optimal auszuschöpfen. Im Projekt »5Gain« hilft das gepaart mit unserer Projekterfahrung in der Überwachung und Regelung von Energienetzen. KI-Verfahren für die verteilte Regelung zellulärer Energiesysteme sind ebenso gefragt wie Prognosemodelle. Diese sollen Kommunikationsanforderungen bedarfsabhängig vorhersagen. Der Lösungsweg ist Mathematik mit dem Ziel eine intelligente Netzregelung zu entwickeln.

Genauer kann man das auch so erklären: Durch den dezentralen Ausbau erneuerbarer Energiequellen mit steuerbaren Lasten und Speichern (z.B. Elektromobilität) wird die Regelung von Energiesystemen immer komplexer. Der meiste Strom aus erneuerbaren Energien ist wetterabhängig. Er wird unabhängig von der Nachfrage produziert, und zwar dann,

wenn der Wind weht oder die Sonne scheint. Es muss flexibler gedacht werden. Gleichzeitig soll das Stromnetz möglichst wenig weiter ausgebaut werden. Unser Lösungsansatz: die Einteilung des Energienetzes in regionale Zellen. Jede Zelle besitzt unterschiedliche Teilnehmende und Eigenschaften und führt dezentral Last-, Einspeisemanagement und Vermarktung durch. Wir entwickeln adaptive Verfahren (z. B. Reinforcement Learning), die die Regelung solcher individuell vorliegenden Energienetze erlernen.

Das heißt, es werden KI und Machine Learning eingesetzt. Und was hat das am Ende mit 5G zu tun?

Die Regelung erfordert eine Kommunikationsinfrastruktur, die die benötigten Datenraten, Antwortzeiten und Ressourcen für unterschiedlich viele Teilnehmende bereitstellt und zwar zu jeder Situation, flexibel und schnell. All das schlummert in den Vorteilen von 5G. Wir arbeiten an der Weiterentwicklung verschiedener Systemkomponenten und erproben diese mit unseren Partnern, auch in realer Umgebung. So zum Beispiel im Reallabor der Stadt Dortmund sowie mit Partnern von der Verbrauchenseite oder Energieerzeugenden.

Spannend sind aber natürlich auch andere Bereiche, in denen 5G ganz neue Chancen schafft. Ein weiteres Anwendungsbeispiel in naher Zukunft kann da die Fernwartung von Anlagen über 5G-Netze sein, so dass 5G zukünftig auch in unserem Anwendungsfeld Predictive Maintenance eine wesentliche Rolle spielen wird. Da bieten sich in Zukunft sicher noch weitere spannende Projekte zum Forschen und Entwickeln.

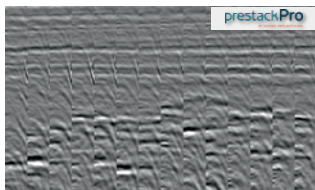
 Mehr Informationen auf unserer Webseite unter www.itwm.fraunhofer.de/5gain

Kontakt

Dr. Paulo Renato da Costa Mendes
Abteilung »Systemanalyse, Prognose und Regelung«
Telefon +49 631 31600-4034
paulo.mendes@itwm.fraunhofer.de



Deep Learning beschleunigt seismische Datenverarbeitung



Seismische Gather nach Prestack Tiefenmigration. Gekrümmte Einsätze (oberes Bild) stammen von multiplen Reflexionen und werden von der ML-Software als solche erkannt und eliminiert (unteres Bild).

Die Energieversorgung der Industrienationen basiert zunehmend auf einem Mix unterschiedlicher Quellen; trotz ihrer Verschiedenheit eint sie ein wichtiges Merkmal: die Beschaffenheit des Erduntergrundes. Egal, ob es um das Auffinden von Öl- und Gasfeldern geht, um die Standortplanung von Offshore-Windanlagen oder das Identifizieren geeigneter Gebiete für Geothermie: Seismische Datensätze werden gemessen, bearbeitet und interpretiert, um die Geologie des Untergrundes zu erkennen. Wie Deep-Learning-Methoden dabei unterstützen können, untersucht ein Forschungsprojekt der Abteilung »High Performance Computing«.

In vielen Anwendungsbereichen hat Deep Learning (DL) seinen Nutzen bewiesen; für seismische Daten hingegen gestaltet sich die Anwendung schwieriger, da die Daten vom unbekanntem und unzugänglichen Erduntergrund stammen. Gesucht werden DL-Methoden, welche die seismische Interpretation beschleunigen; die meisten gängigen Methoden sind zu kompliziert aufgrund vieler Parameter. Der Arbeitsgruppe um Dr. Norman Ettrich ist nun ein wichtiger Schritt gelungen: Sie entwickelte Machine-Learning-Methoden (ML-Methoden), die ohne Parameter auskommen. Auch die Subjektivität menschlicher Dateninterpretation entfällt.

»Wir trainieren ausschließlich auf synthetischen Daten und übertragen das Gelernte auf beliebige Felddatensätze«, so Projektleiter Dr. Norman Ettrich. »Dies gelingt, da unsere Datenmodellierung die Eigenschaften und Vielfalt real gemessener Daten sehr gut abbildet. Eingesetzt werden unsere Methoden im Processing; vereinfacht ausgedrückt: der Input sind Daten mit Störsignalen, der Output bereinigte Daten. Also solche ohne Störsignale, was die Interpretation sehr erleichtert.«

Enorme Verkürzung der Rechenzeit

Die neu entwickelten Methoden vereinfachen die seismische Arbeitskette, vor allem verkürzen sie die erforderliche Arbeitszeit um Tage und sogar Wochen – jeweils abhängig von der Datenmenge. Und die kann riesig sein, denn betrachtet werden Gebiete von 1000 bis 10000 Quadratkilometern!

Die neuen ML-Methoden wurden in der ebenfalls in der Abteilung »High Performance Computing« entwickelten Software ALOMA eingebunden. Damit ist prototypisch ein Softwarepaket zum parallelen ML-gestützten Processing seismischer Daten entstanden.

Kontakt

Dr. Norman Ettrich
Stv. Abteilungsleiter »High Performance Computing«
Telefon +49 631 31600-4626
norman.ettrich@itwm.fraunhofer.de



Training durch Supervised Learning

Grundlage ist das Trainieren tiefer Neuronaler Netze. Das ist nicht unüblich, aber bisher werden die Netze nur auf einem Teil der Daten trainiert und die Lernschritte peu à peu auf den gesamten Datensatz übertragen. Wie ein Katze ausieht, lernt ein Neuronales Netz schnell, weil man es mit Fotos von Katzen trainieren kann. Ganz anders bei seismischen Daten: hier gibt es kein klares Zielbild. Darum wird mit synthetischen Daten trainiert, die die große Variantenvielfalt realer Daten widerspiegeln.



Weiterführende Informationen gibt es auf unserer Website unter www.itwm.fraunhofer.de/seismik

ALOMA: Ein Parallelisierungsframework – nicht nur für seismische Anwendungen

Komplexe Rechenoperationen auf wachsenden Datenmengen korrekt auszuführen, ist eine der Herausforderungen von Big Data. Gemeistert werden kann sie nur mit der massiven Parallelisierung von Rechnern beziehungsweise Rechenleistung.

Die Forschenden der Abteilung »High Performance Computing« nutzen bereits seit Jahren GPI-Space als Programmier-Plattform für Hochleistungssysteme. Das Besondere ist die Userfreundlichkeit: Kundinnen und Kunden müssen sich kein spezielles HPC-Wissen aneignen, denn das Softwaresystem übernimmt die effiziente Ausführung der Algorithmen. Das gilt auch für die spezialisierte Version ALOMA.

ALOMA erkennt Datenabhängigkeiten

Eingesetzt wird das Tool meist in der Seismik. Konzipiert ist es aber als generelles Framework für die Ausführung von Workflows auf verteilten Systemen, denn ALOMA erkennt Abhängigkeiten in den Datensätzen, die als Input geliefert werden – unabhängig von der Datenquelle und beantwortet folgende Fragen: Wie werden die Daten verteilt? Welche können gleichzeitig und unabhängig voneinander bearbeitet werden? Wo können sie bearbeitet werden?

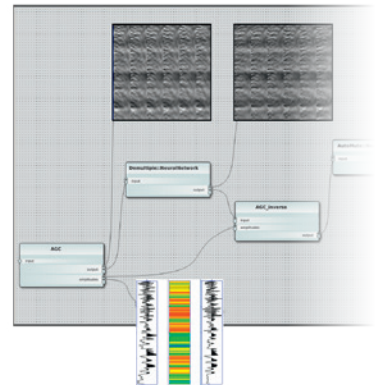
»Um Abhängigkeiten zu erkennen und diese Fragen zu beantworten, muss ALOMA entsprechende Informationen über die einzelnen Module und deren Kombination im Workflow zur Verfügung haben oder generieren. Für diesen Workflow verwenden wir eine Darstellung als Petri-Netz, welche die interne Workflow-Engine entsprechend analysieren kann«, erläutert Projektleiter Dr. Dirk Merten. Die Nutzenden müssen dazu nur in einem graphischen Workflow-Editor Ausgänge von algorithmischen Modulen

mit den Eingängen weiterer Module verbinden. Informationen über die einzelnen Module werden bei deren Einbindung in ALOMA angegeben. Diese Informationen beinhalten die Anzahl und Typen der Ein- und Ausgabedaten des Moduls sowie deren Granularität. Dies sind für die Seismik spezifische Werte (z. B. »Seismische Daten« oder »Geschwindigkeitsmodell«) sowie die Granularitäten »Trace«, »Gather« oder »Inline«.

Klassische Algorithmen und ML

Neben den für die Seismik typischen Granularitäten unterstützt ALOMA auch Datenaufteilungen aus der Mustererkennung und dem Maschinellen Lernen. Damit können ebenso Module eingebunden werden, die aus dem Deep Learning hervorgegangen sind. In einem exemplarischen Workflow kann ein Volumen von Eingangsdaten mehrfach korrigiert, zu einem Volumen gestapelt und auf Fehlermuster analysiert werden. Verarbeitungs- und Analysemodule für klassische Algorithmen und neuronale Netzinferenz werden einfach in einem Arbeitsablauf kombiniert. Die Parallelisierung aller Module innerhalb des Workflows übernimmt ALOMA automatisch.

Dank ALOMA können Seismik-Expertinnen und -Experten neue klassische oder auf Machine Learning basierende Algorithmen und Prototypen innerhalb kürzester Zeit einbinden, mit vorhandenen Algorithmen in Workflows kombinieren und parallelisiert auf realistischen Datenmengen und unter Alltagsbedingungen testen.



Ausschnitt eines exemplarischen Workflows mit ALOMA

Kontakt

Dr. Dirk Merten
Abteilung »High Performance Computing«
Telefon +49 631 31600-4616
dirk.merten@itwm.fraunhofer.de



Weiterführende Informationen gibt es auf unserer Website unter www.itwm.fraunhofer.de/aloma