

QUO VADIS? – ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DER HOCHSPANNUNGSTECHNIK

Bernhard SCHOBER¹, Uwe SCHICHLER²

Einleitung

Artificial Intelligence und Machine Learning sind zwei Begriffe der Moderne und in aller Munde. Kaum jemand ist sich jedoch darüber im Klaren, was sie genau bedeuten und wo sie überall ihre Anwendung finden. Künstliche Intelligenz kann viele Dinge des alltäglichen Lebens erheblich erleichtern, die für den Menschen viel Aufwand bedeuten würden. Das wohl bekannteste Beispiel für künstliche Intelligenz sind selbstfahrende Fahrzeuge, aber auch in vielen anderen alltäglichen Gewohnheiten, wie bei der Spracherkennung am Smartphone oder der automatisierten Diagnose im Bereich der Medizintechnik kommt sie zum Einsatz.

Die Energietechnik macht hier keine Ausnahme, denn auch hier können viele Beispiele gefunden werden in denen Artificial Intelligence ihre Anwendung findet. Angefangen bei Marktprognosen von Strompreisen und Vorhersagen vom Energieverbrauch, bis hin zu Lastflussberechnungen bzw. -optimierungen. Zur Diagnose von Betriebsmitteln im Netz, ist eine automatische Klassifikation des Zustandes unerlässlich. Die Teilentladungsmessung (TE) ist eine der wichtigsten Diagnosemethoden im Bereich der Hochspannungstechnik, jedoch können die Ergebnisse oft nur schwer klassifiziert werden. Ein menschlicher Experte braucht sehr viel Erfahrung und Knowhow, um korrekte Aussagen treffen zu können und stößt speziell bei Online-Monitoring-Anwendungen aufgrund der großen Datenmengen schnell an die Grenzen. Machine Learning kann diesen Vorgang erheblich erleichtern.

Artificial Intelligence – Machine Learning – Deep Learning

Die drei Begriffe Artificial Intelligence, Machine Learning und Deep Learning werden oft verwendet und miteinander vermischt, obwohl es eine klare Abgrenzung zwischen den einzelnen Begriffen gibt. Das nachfolgende Bild (Abbildung 1) soll die Unterscheidung verdeutlichen. Wie der Begriff Artificial Intelligence vermuten lässt, bedeutet er, menschliche Intelligenz in eine Maschine zu integrieren. Dieser Ausdruck ist ein Sammelbegriff und bedeutet, dass eine Maschine, basierend auf bestimmten Regeln, Probleme löst. Machine Learning ist eine Teilmenge hiervon und eine Möglichkeit, wie künstliche Intelligenz realisiert werden kann. Wie der Name auch hier vermuten lässt, wird einer Maschine antrainiert, bestimmte Entscheidungen, basierend auf den bereitgestellten Daten, zu treffen. Deep Learning seinerseits ist wiederum eine Teilmenge und Möglichkeit Machine Learning zu realisieren. Dies ist der nächste Evolutionsschritt von Machine Learning und versucht beispielsweise das menschliche Gehirn zu imitieren und basierend darauf Entscheidungen zu treffen.

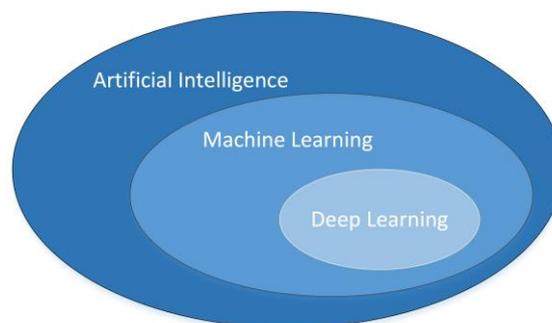


Abbildung 1: Abgrenzung der Begriffe Artificial Intelligence, Machine Learning und Deep Learning.

¹ Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement, TU Graz, Inffeldgasse 18, 8010 Graz, +43 (0) 316 873 7423, bernhard.schober@tugraz.at, <http://www.ihs.tugraz.at>

² Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement, TU Graz, Inffeldgasse 18, 8010 Graz, +43 (0) 316 873 7400, uwe.schichler@tugraz.at, <http://www.ihs.tugraz.at>

Diagnose und Zustandsbewertung elektrischer Betriebsmittel

Um eine sichere Energieversorgung zu gewährleisten, ist die Information des Zustandes von Betriebsmitteln unabdingbar. Dadurch können Ausfälle und Ersatzinvestitionen optimiert und Wartungsmaßnahmen wirtschaftlich durchgeführt werden. Einer der wichtigsten Methoden den Zustand eines elektrischen Betriebsmittels zu untersuchen ist die Teilentladungsmessung. Diese Methode hat sich in den letzten Jahrzehnten weltweit etabliert. Trotz vieler Jahre Erfahrung, steht die Teilentladungsmessung immer noch vor neuen Herausforderungen. Die digitale Messtechnik hat einerseits viele Vorteile gebracht, jedoch werden andererseits auch die Datenflüsse und -mengen immer größer und komplexer. Menschliche Experten stoßen im Bereich des Online-Monitorings schnell an ihre Grenzen. Online-Monitoring kann im Bereich der Hoch- und Höchstspannung wesentliche wirtschaftliche Vorteile bringen, da Ersatzinvestitionen teuer und die entsprechenden Beschaffungszeiten lang sein können. Mit der Hilfe von Artificial Intelligence bzw. im speziellen Machine Learning, steht die Möglichkeit zur Verfügung, die ermittelten Messdaten automatisch zu klassifizieren. Dies kann wiederum für eine Risikobewertung und zur Entscheidungsfindung von Maßnahmen herangezogen werden.

Anwendungen von Artificial Intelligence in der Hochspannungstechnik

Im Bereich der Wechselspannungstechnik kommen automatisierte Monitoring-Systeme bereits seit Jahrzehnten zum Einsatz. Damit lassen sich die Gesamtlebenskosten, beispielweise von gasisolierten Systemen (GIS), reduzieren und die Lebensdauer verlängern [1]. Durch kontinuierliche Monitoring-Systeme ist der Ist-Zustand der Anlage jederzeit bekannt und es können dadurch Mängel frühzeitig erkannt werden. Durch den Vergleich der gemessenen Daten mit Referenzmustern ist es möglich, die Art des Teilentladungsdefektes zu bestimmen und zu identifizieren. Diese Art der Interpretation erfordert jedoch viel Erfahrung und die Verfügbarkeit eines menschlichen Experten. Frühere Publikationen haben bereits gezeigt, dass die automatisierte Identifikationsgenauigkeit mit ca. 70 % deutlich über der eines menschlichen Experten mit 30 % liegt [2]. Dieses Ergebnis unterstreicht weiter die Notwendigkeit von automatisierten und zuverlässigen TE-Identifikationssystemen.

Für Teilentladungsmessungen bei Gleichspannung stehen solche Systeme noch nicht zur Verfügung, da aussagekräftigen Identifikationsmethoden noch in der Entwicklung sind. Weiter sind auch die normativen Vorschriften der entsprechenden Norm IEC 60270 [3] in Bezug auf Messungen mit Gleichspannung nicht sehr detailliert.

Automatisierte TE-Identifikation bei Gleichspannung mit Machine Learning

Da die Zahl von Gleichspannungsbetriebsmitteln im Netz stetig steigt, ist es erforderlich, automatisierte Identifikationsmethoden auch für diese Spannungsart zu realisieren. Mit Hilfe von Machine Learning können die fundamentalen TE-Messdaten, wie die Amplitude und das zeitliche Auftreten der TE-Impulse, weiterverarbeitet und mit verschiedenen Algorithmen des maschinellen Lernens klassifiziert werden. Hierfür muss ein Algorithmus mit einem bestehenden Datensatz darauf trainiert werden, bestimmte Muster in den Daten zu erkennen. Basierend auf den erlernten Regeln, sollen in weiterer Folge Muster in neuen unbekanntem Daten erkannt und richtig klassifiziert werden. Statistische Parameter, welche aus den Messdaten gewonnen werden können, wie beispielsweise Verteilungsparameter, Mittelwert und Standardabweichung, stellen bis jetzt die genaueste Methode dar, die Daten zu verarbeiten. Eine Klassifikationsgenauigkeit von bis zu 95 % konnte hiermit bei Gleichspannung bereits erreicht werden.

Referenzen

- [1] Beierl, Hücker, Katschinski, Kirschesch, Neumann, Ostermeier, Rudolph: "Intelligent Monitoring and Control Systems for modern AIS and GIS Substations", CIGRE Session, Report 34-113, Paris, France, 1998
- [2] Gorablenkow, Huecker, Schichler: "Application of UHF Partial Discharge Monitoring and Expert System Diagnosis", IEEE International Symposium on Electrical Insulation, Arlington, USA, 1998
- [3] IEC 60270: "High-Voltage Test Techniques - Partial Discharge Measurements", Edition 3.1, 2015